

**PENENTUAN SKALA PRIORITAS PENGEMBANGAN  
POTENSI MATA AIR UNTUK IRIGASI DI KABUPATEN TUBAN  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANALYTIC NETWORK PROCESS***

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN  
KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



**VANADANI PRANANTYA  
NIM. 155060400111034-64**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
MALANG  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENENTUAN SKALA PRIORITAS PENGEMBANGAN**  
**POTENSI MATA AIR UNTUK IRIGASI DI KABUPATEN TUBAN**  
**DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANALYTIC NETWORK PROCESS***

**SKRIPSI**  
**TEKNIK PENGAIRAN**  
**KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



**VANADANI PRANANTYA**  
**NIM. 155060400111034-64**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 7 November 2019.

**Dosen Pembimbing I**

**Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T.**  
**NIP. 19751212 200012 1 001**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Eng. Riyanto Haribowo, S.T., M.T.**  
**NIP. 19770324 200312 1 001**



Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Pengairan

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, M.S.**  
**NIP. 197610131 198609 2 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENENTUAN SKALA PRIORITAS PENGEMBANGAN**  
**POTENSI MATA AIR UNTUK IRIGASI DI KABUPATEN TUBAN**  
**DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANALYTIC NETWORK PROCESS***

**SKRIPSI**

**TEKNIK PENGAIRAN**  
**KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



**VANADANI PRANANTYA**  
**NIM. 155060400111034 - 64**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Hari Siswoyo, ST.,MT.**  
**NIP. 19751212 200012 1 001**

**Dr. Eng. Riyanto Haribowo, ST., M.T.**  
**NIP. 19770424 200312 1 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**PENENTUAN SKALA PRIORITAS PENGEMBANGAN**  
**POTENSI MATA AIR UNTUK IRIGASI DI KABUPATEN TUBAN**  
**DENGAN MENGGUNAKAN METODE *ANALYTIC NETWORK PROCESS***

**SKRIPSI**  
**TEKNIK PENGAIRAN**  
**KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)



**VANADANI PRANANTYA**  
**NIM. 155060400111034-64**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing  
pada tanggal 7 November 2019.

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**

**Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T.**  
**NIP. 19751212 200012 1 001**

**Dr. Eng. Riyanto Haribowo, S.T., M.T.**  
**NIP. 19770324 200312 1 001**

Mengetahui,  
**Ketua Jurusan Teknik Pengairan**

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, M.S.**  
**NIP. 197610131 198609 2 001**



# TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM SARJANA**



## SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 119/UN10.F07.14.11/TU/2019

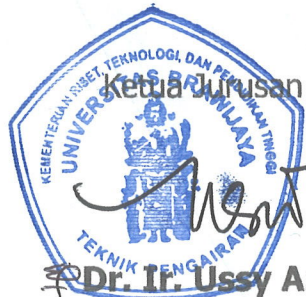
Sertifikat ini diberikan kepada :

**VANADANI PRANANTYA**

Dengan Judul Skripsi :

**PENENTUAN SKALA PRIORITAS PENGEMBANGAN POTENSI MATA AIR UNTUK IRIGASI DI KABUPATEN  
TUBAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE ANALYTIC NETWORK PROCESS**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi  $\leq 20\%$ , dan  
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 26 November 2019



Ketua Jurusan Teknik Pengairan

**Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS**

NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

**Dr. Very Dermawan, ST., MT**

NIP. 19730217 199903 1 001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul **“Penentuan Skala Prioritas Pengembangan Potensi Mata Air Untuk Irigasi di Kabupaten Tuban dengan Menggunakan Metode *Analytic Network Process*”**. Skripsi ini terlaksana atas keikutsertaan penulis dalam kegiatan penelitian yang diketuai oleh Bapak Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T. yang didanai dari Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNPB) Fakultas Teknik Universitas Brawijaya tahun anggaran 2019, berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Kegiatan Penelitian No. : 06 /UN10.F07/PN/2019.

Sehubungan dengan telah diselesaikannya penyusunan Skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu proses penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doa serta dukungan penuh.
2. Bapak Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing dan pendidik yang telah memberikan penulis banyak ilmu, nasihat, kasih sayang, dan hal-hal yang tak ternilai baik dalam proses akademik maupun non-akademik.
3. Bapak Dr. Eng. Riyanto Haribowo, S.T. M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan penulis wadah untuk belajar dan berdiskusi yang membantu proses pengerjaan skripsi ini.
4. Ibu Sri Wahyuni, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji skripsi.
5. Bapak Bambang Winarta, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji skripsi.
6. Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban yang telah memberikan dukungan berupa penyediaan data yang dibutuhkan dalam penelitian.
7. Saudara Steven Tandi Patabang yang telah membantu penulis dalam melaksanakan survei lapangan.
8. Saudara Markas Besar yang tidak bisa saya sebutkan satu per-satu yang telah membantu, memberikan masukan dan saran, saling memotivasi, dan menyayangi penulis seperti saudaranya sendiri.

Malang, Oktober 2019

Penulis

(halaman sengaja dikosongkan)

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	i
<b>DAFTAR ISI .....</b>	iii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	v
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	vii
<b>DAFTAR SIMBOL .....</b>	ix
<b>DAFTAR SINGKATAN .....</b>	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xiii
<b>RINGKASAN.....</b>	xv
<b><i>SUMMARY</i> .....</b>	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Tujuan Penelitian .....	3
1.6. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	5
2.1. Potensi Mata Air .....	5
2.1.1. Aspek Kuantitas .....	5
2.1.2. Aspek Kualitas .....	6
2.1.3. Aspek Kontinuitas.....	9
2.2. Metode <i>Analytic Network Process</i> (ANP).....	9
2.2.1 Landasan ANP .....	11
2.2.2 Prinsip Dasar ANP .....	12
2.2.3 Fungsi ANP.....	12
2.2.4 Paket Program Komputer.....	13
2.2.5 Penelitian Terdahulu .....	13
<b>BAB III Metode Penelitian .....</b>	17
3.1. Lokasi Penelitian .....	17

3.2. Waktu Penelitian .....	18
3.3. Data dan Peralatan.....	18
3.3.1 Data.....	18
3.3.2 Peralatan .....	19
3.4. Tahapan Penelitian .....	20
3.4.1 Identifikasi Potensi Mata Air.....	20
3.4.2 Menentukan Urutan Prioritas Pengembangan Mata Air.....	22
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan .....</b>	<b>29</b>
4.1 Identifikasi Potensi Mata Air .....	29
4.1.1 Data Debit .....	29
4.1.2 Data Kualitas Air.....	30
4.1.3 Data Kontinuitas Mata Air .....	35
4.2 Prioritas Pengembangan Mata Air .....	37
4.2.1 Penentuan Alternatif, Kriteria, dan Sub Kriteria.....	37
4.2.2 Penentuan Struktur Jaringan ANP .....	38
4.2.3 Pembobotan Sub Kriteria dan Perhitungan Matriks dengan Debit Maksimum.....	39
4.2.4 Pembobotan Sub Kriteria dan Perhitungan Matriks dengan Debit Minimum.....	47
4.2.5 Rekapitulasi Hasil Pemodelan ANP.....	55
<b>BAB V Penutup .....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan.....	61
5.5 Saran.....	61
 DAFTAR PUSTAKA .....	 63
LAMPIRAN.....	67
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	91

## DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Klasifikasi Debit Mata Air .....	6
Tabel 2.2	Klasifikasi Kelas Kontinuitas .....	9
Tabel 2.3	Definisi Skala Penilaian Verbal dan Skala Numerik .....	11
Tabel 2.4	Tabulasi Perbedaan Penelitian Mata Air Terhadap Berbagai Metode....	14
Tabel 3.1	Lokasi Mata Air .....	18
Tabel 3.2	Bobot Nilai Tiap Parameter .....	22
Tabel 3.3	Nilai Rasio Indeks.....	25
Tabel 4.1	Data Debit Mata Air.....	29
Tabel 4.2	Nilai Parameter Fisik Mata Air.....	30
Tabel 4.3	Nilai Kandungan Ion-Ion dalam Air .....	31
Tabel 4.4	Nilai Rasio Serapan Natrium .....	33
Tabel 4.5	Nilai Klasifikasi Air Untuk Irigasi.....	35
Tabel 4.6	Data Kontinuitas Aliran Mata Air.....	36
Tabel 4.7	Penentuan Alternatif, Kriteria, dan Sub Kriteria .....	37
Tabel 4.8	Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Debit Maksimum .....	40
Tabel 4.9	Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Kualitas Air ...	42
Tabel 4.10	Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Kontinuitas Aliran.....	44
Tabel 4.11	Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif MA – 03 Terhadap Kriteria .....	46
Tabel 4.12	Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Debit Minimum.....	48
Tabel 4.13	Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Kualitas Air ...	51
Tabel 4.14	Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Kontinuitas Aliran.....	53
Tabel 4.15	Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif MA – 03 Terhadap Kriteria .....	54
Tabel 4.16	Bobot Prioritas dengan Menggunakan Pemodelan Debit Maksimum....	56

Tabel 4.17	Bobot Prioritas dengan Menggunakan Pemodelan Debit Minimum.....	57
Tabel 4.18	Nilai Urutan Prioritas Mata Air dengan Menggunakan Pemodelan Debit Maksimum .....	59
Tabel 4.19	Nilai Urutan Prioritas Mata Air dengan Menggunakan Pemodelan Debit Minimum .....	60

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Grafik klasifikasi dan penggunaan air irigasi .....	7
Gambar 2.2	Perbedaan struktur dalam AHP dan ANP .....	10
Gambar 3.1	Lokasi penelitian .....	17
Gambar 3.2	Diagram alir penelitian .....	27
Gambar 4.1	Grafik klasifikasi air untuk irigasi .....	34
Gambar 4.2	Struktur jaringan ANP .....	38
Gambar 4.3	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Debit maksimum..	40
Gambar 4.4	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kualitas air .....	42
Gambar 4.5	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kontinuitas aliran.	45
Gambar 4.6	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria .....	46
Gambar 4.7	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Debit Minimum....	48
Gambar 4.8	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kualitas Air .....	50
Gambar 4.9	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kontinuitas Aliran	53
Gambar 4.10	Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria .....	54
Gambar 4.11	Hasil sintesis dengan menggunakan pemodelan debit maksimum .....	58
Gambar 4.12	Hasil sintesis dengan menggunakan pemodelan debit minimum .....	59



(halaman ini sengaja dikosongkan)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia  
Telp. : +62-341-587710, 587711; Fax : +62-341-551430  
<http://teknik.ub.ac.id> E-mail : [teknik@ub.ac.id](mailto:teknik@ub.ac.id)

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang, 14 Oktober 2019  
Mahasiswa,

Materai Rp. 6.000,-

Nama : Vanadani Pranantya  
NIM : 155060400111034  
Jurusan: Teknik Pengairan



# **UNDANG – UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 20 TAHUN 2003 SISTEM PENDIDIKAN NASIONAL**

## **Pasal 25 Ayat 3 :**

Lulusan Perguruan Tinggi Yang Karya Ilmiahnya Digunakan Untuk Memperoleh Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Terbukti Merupakan Jiplakan Dicaput Gelarnya.

## **Pasal 70 :**

Lulusan Yang Karya Ilmiah Yang Digunakan Untuk Mendapatkan Gelar Akademik, Profesi, Atau Vokasi Sebagaimana Dimaksud Dalam Pasal 25 Ayat (2) Terbukti Merupakan Jiplakan Dipidana Penjara Paling Lama Dua Tahun Dan/Atau Pidana Denda Paling Banyak Rp. 200.000.000,00 ( Dua Ratus Juta Rupiah ).

*Skripsi ini kupersembahkan  
untuk orang-orang yang kusayangi.*

*Perjuangan adalah pelaksanaan kata-kata  
-W.S Rendra*

## DAFTAR SIMBOL

Besaran Dasar	Satuan dan Singkatannya	Simbol
Daya Hantar Listrik	microsiemens	$\mu\text{s}$
Temperatur dalam celcius	$^{\circ}\text{C}$	T
Kandungan Ion Natrium	Natrium	$\text{Na}^{+}$
Kandungan Ion Kalsium	Kalsium	$\text{Ca}^{2+}$
Kandungan Ion Magnesium	Magnesium	$\text{Mg}^{2+}$

(halaman ini sengaja dikosongkan)

## DAFTAR SINGKATAN

AHP	= <i>Analytic Hierarchy Process.</i>
ANP	= <i>Analytic Network Process.</i>
BOCR	= <i>Benefit, Opportunities, Cost, and Risk.</i>
CI	= <i>Consistency Index</i>
CR	= <i>Consistency Ratio</i>
DAS	= Daerah Aliran Sungai.
DHL	= Daya Hantar Listrik.
GPS	= <i>Global Positioning System</i>
PU	= Pekerjaan Umum
RI	= <i>Ratio Index</i>
SAR	= <i>Sodium Adsorption Ratio</i>
UV	= <i>Ultraviolet</i>

(halaman ini sengaja dikosongkan)



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran I	Data Lokasi dan Debit Mata Air .....	67
Lampiran II	Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	79
Lampiran III	Hasil Pengujian Laboratorium .....	85
Lampiran IV	Contoh Hasil Pengisian Kuisisioner dalam Kegiatan Wawancara (Mata Air Jadi ) .....	87

(halaman ini sengaja dikosongkan)

## RINGKASAN

**Vanadani Pranantya**, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2019, Penentuan Skala Prioritas Pengembangan Potensi Mata Air Untuk Irigasi di Kabupaten Tuban Dengan Menggunakan Metode *Analytic Network Process*. Dosen Pembimbing: Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T. dan Dr. Eng. Riyanto Haribowo, S.T., M.T.

Potensi mata air di wilayah Kabupaten Tuban yang terdata di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang sejumlah 57 mata air. Mata air digunakan sebagai sumber air untuk irigasi oleh para petani. Mata air yang diteliti sejumlah 10 mata air. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui urutan skala prioritas pengembangan potensi mata air untuk irigasi. Urutan skala prioritas dihitung dengan menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP). Pemodelan ANP dilakukan dengan menggunakan bantuan paket program komputer *Super Decision 2.10.0*.

Identifikasi potensi mata air dilakukan berdasarkan 3 aspek pengembangan sumber daya air yaitu aspek kuantitas air, aspek kualitas air, dan aspek kontinuitas aliran. Aspek kuantitas air diidentifikasi berdasarkan nilai debit air di tiap-tiap mata air. Aspek kualitas air diidentifikasi berdasarkan nilai daya hantar listrik pada suhu 25°C (DHL<sub>25°C</sub>) dan rasio serapan natrium (SAR). Aspek kontinuitas aliran diidentifikasi berdasarkan sifat aliran dari mata air. Hasil dari identifikasi potensi mata air digunakan sebagai data pemodelan ANP. Pemodelan ANP dilakukan dengan cara menentukan struktur alternatif, kriteria, dan sub kriteria dan pembobotan tiap alternatif, kriteria, dan sub kriteria. Bobot yang diberikan dalam rentang nilai 1 sampai dengan 9 digunakan untuk menghitung skala prioritas.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat ditunjukkan kondisi mata air berdasarkan aspek kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran. Aspek kuantitas air berada pada Kelas 2 (1.000 – 10.000 liter/detik) sampai Kelas 4 (100 – 1.000 liter/detik). Aspek kualitas air berada dalam kategori C2 – S1 (potensi bahaya salinitas sedang dan potensi bahaya alkalinitas rendah). Mata air di lokasi penelitian bersifat musiman. Urutan skala prioritas di lokasi penelitian meliputi Mata Air Bektiharjo, Mata Air Srunggo, Mata Air Ngerong, Mata Air Kerawak, Mata Air Beron, Mata Air Bangkok. Mata Air Jadi, Mata Air Mejiret, Mata Air Ngajaran, dan Mata Air Lanang.

Kata kunci: *analytic network process*. irigasi. mata air. skala prioritas.

(halaman sengaja dikosongkan)

## SUMMARY

**Vanadani Pranantya**, Water Resources Engineering Department, Faculty of Engineering Brawijaya University, September 2019, Determination of Priority Scale of Springs Potential Development for Irrigation in Tuban Regency by Using Analytic Network Process Method. Supervisor: Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T. dan Dr. Eng. Riyanto Haribowo, S.T., M.T.

Potential springs in the area of Tuban regency recorded in the Department of Public Works and Spatial Planning are 57 springs. Springs are used as a source of water for irrigation by farmers. The springs studied in 10 springs. The study was conducted to determine the order of priority scale development of potential springs for irrigation. The priority scale is calculated using Analytic Network Process method (ANP). ANP modeling is done using the help of a computer program package *Super Decision 2.10.0*.

The identification of potential springs is based on 3 aspects of water resource development, namely aspects of water quantity, aspects of water quality, and aspects of flow continuity. The water quantity aspect is identified based on the water discharge value at each spring. Water quality aspects are identified based on the value of electrical conductivity at temperatures 25<sup>0</sup>C (DHL<sub>25<sup>0</sup>C</sub>) and sodium absorption ratio (SAR). Aspects of flow continuity are identified based on the nature of the flow from the spring. The results of the identification of potential springs are used as ANP modeling data. ANP modeling is done by determining alternative structures, criteria, and sub-criteria and weighting of each alternative, criteria, and sub-criteria. Weights given in the range of values from 1 to 9 are used to calculate priority scales.

Based on the results of the study can be shown the condition of springs based on aspects of water quantity, water quality, and flow continuity. The water quantity aspect is in Class 2 (1000 – 10000 liters/second) to Class 4 (100 – 1000 liters/second). Water quality aspects are in the C2 – S1 category (potential danger of medium salinity and potential danger of low alkalinity). The springs at the study site are intermitten. The priority scale at the study sites included Bektiharjo Springs, Srunggo Springs, Ngerong Springs, Kerawak Springs, Beron Spring, Bangkok Springs, Jadi Springs, Mejiret Springs, Ngajaran Springs, and Lanang Springs.

Keywords: analytic network process. irrigation. water springs. priority scale.

(halaman sengaja dikosongkan)

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kabupaten Tuban memiliki 57 mata air yang digunakan sebagai sumber air irigasi (pertanian). Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban dapat diketahui bahwa dari 57 mata air terdiri atas 19 mata air yang telah dikelola dan 38 mata air yang belum dikelola oleh instansi tersebut. Mata air sejumlah 19 lokasi tersebut terdiri atas 10 mata air yang masih memiliki aliran air dan 9 mata air yang tidak mengalirkan air lagi di saat musim kemarau (Survei Pendahuluan, 2019). Mata air sejumlah 10 lokasi yang mengalir sepanjang musim belum sepenuhnya memiliki infrastruktur yang layak sebagai sarana irigasi. Potensi 10 mata air tersebut perlu dikembangkan lebih lanjut dalam kaitannya dengan keberadaan infrastrukturnya.

Mata air yang berpotensi sebagai sumber air untuk irigasi perlu dikembangkan. Pengembangan mata air dilakukan dengan memperhatikan beberapa aspek penilaian yang meliputi kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017). Aspek kuantitas yang dinilai adalah debit dari mata air, aspek kualitas air yang dinilai adalah kualitas air dari mata air yang digunakan sebagai sumber air untuk irigasi, dan aspek kontinuitas dinilai berdasarkan sifat aliran air dari mata air. Ketiga aspek tersebut menjadi landasan dalam prioritas pengembangan potensi mata air.

Prioritas pengembangan mata air dapat dilakukan dengan menggunakan metode pengambilan keputusan *Analytic Network Process* (ANP). Metode ANP merupakan pengembangan dari metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) yang mengizinkan adanya interaksi dan umpan balik dari elemen-elemen dalam kriteria (*inner dependance*) dan antarkriteria (*outer dependance*). Metode ANP dipilih karena mampu menjelaskan model faktor-faktor *dependance* dan *feedback*-nya secara sistematis. Kelebihan dari metode ANP sebagai alat pengambil keputusan dibandingkan dengan metode lainnya adalah metode ANP mampu melakukan hubungan timbal balik dalam kriteria dan antar kriteria, selain itu metode ANP lebih dalam dan luas, sesuai diterapkan pada pengambilan keputusan yang rumit, kompleks serta memerlukan berbagai variasi interaksi dan ketergantungan (Rusydiana & Devi, 2013).

Metode ANP telah digunakan oleh para peneliti terdahulu untuk mengambil keputusan berbasis multikriteria. Beberapa penelitian tersebut seperti penelitian tentang penerapan metode ANP untuk mengatasi keterlambatan pengadaan barang di bagian umum PT. Solo Grafika Utama (Nugroho et al., 2016) dan pengambilan keputusan prioritas penanganan jalan berdasarkan tingkat pelayanan jalan di Kabupaten Cirebon (Kusnadi et al., 2016). Penelitian terdahulu tentang pengambilan keputusan dalam bidang sumber daya air antara lain, penentuan alternatif terbaik dalam pembangunan jaringan air bersih pedesaan di Kabupaten Majalengka dengan menggunakan metode *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS) (Aditya, 2015), penentuan prioritas penanganan air bersih dilakukan dengan menggunakan metode *Simple Additive Weighting* (SAW) (Agustina & Bakti, 2015), dan penentuan jaringan air bersih di Desa Ligarmukti dengan menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Maria et al., 2015). Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode ANP yang mengakomodir adanya hubungan timbal balik antar kriteria (Rusydiana & Devi, 2013) dan belum banyak digunakan untuk pengambilan keputusan dibidang sumber daya air.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Sejumlah 10 lokasi mata air di Kabupaten Tuban digunakan sebagai sumber air untuk irigasi seperti didefinisikan dalam sub bab sebelumnya belum sepenuhnya memiliki infrastruktur yang layak untuk irigasi. Minimnya infrastruktur untuk keperluan irigasi menyebabkan pertumbuhan pertanian menjadi sedikit terhambat (Efendi et al., 2015). Infrastruktur pendukung pertanian seperti saluran irigasi sangat penting untuk mendukung peningkatan produksi pertanian dan mendukung pengembangan lumbung pangan berorientasi ekspor (Abay, 2019). Untuk lebih mengoptimalkan pemanfaatan potensi 10 mata air sebagai sumber air irigasi, kesepuluh mata air tersebut perlu dikembangkan. Pengembangan dilakukan dengan cara membangun infrastruktur untuk keperluan irigasi. Mata air yang akan dikembangkan harus ditentukan skala prioritasnya berdasarkan aspek pengembangan sumber daya air yaitu aspek kuantitas air, aspek kualitas air, dan aspek kontinuitas aliran (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017). Pemberian skala prioritas mata air yang akan dikembangkan bertujuan untuk penentuan mata air mana yang layak dikembangkan terlebih dahulu. Pengembangan potensi mata air untuk irigasi dapat dilakukan secara bertahap, hal ini dikarenakan anggaran yang dialokasikan oleh pemerintah setempat selain digunakan untuk pengembangan sumber daya air juga digunakan untuk pengembangan, pengelolaan, dan konservasi sungai dan pantai (Peraturan Daerah



Kabupaten Tuban, 2018). Penentuan skala prioritas pengembangan mata air untuk sumber air irigasi dapat dilakukan dengan menggunakan metode ANP yang merupakan metode pengambil keputusan dengan memperhatikan banyak kriteria (Rusydiana & Devi, 2013), dimana kriteria yang dinilai meliputi aspek kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017).

### **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas maka, dapat diajukan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah potensi mata air di Kabupaten Tuban yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi berdasarkan aspek kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran?
2. Bagaimanakah urutan prioritas pengembangan potensi mata air sebagai sumber air irigasi di Kabupaten Tuban berdasarkan pemodelan dengan menggunakan metode ANP?

### **1.4 Batasan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diajukan di atas, maka diberikan batasan penelitian bahwa penelitian ini tidak membahas jarak mata air ke daerah irigasi dan areal irigasi.

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi potensi mata air di Kabupaten Tuban yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air irigasi berdasarkan aspek kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran.
2. Menentukan urutan prioritas pengembangan potensi mata air sebagai sumber air untuk irigasi di Kabupaten Tuban berdasarkan pemodelan dengan menggunakan metode ANP.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Memberikan informasi kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban tentang potensi dan urutan prioritas pengembangan potensi mata air sebagai sumber air irigasi di wilayah Kabupaten Tuban.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Potensi Mata Air**

Mata air adalah tempat pemunculan air tanah pada lapisan akuifer dari bawah permukaan tanah ke atas permukaan tanah secara alamiah. Air yang keluar dari mata air akan mengalir di permukaan tanah sebagai air permukaan melalui alur-alur sungai. Mata air sering diidentifikasi sebagai awal sumber air bagi sungai-sungai yang ada (Hendrayana, 1994). Mata air termasuk sebagai salah satu sumber daya air selain air dan juga daya air (Undang-Undang Republik Indonesia No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air). Sumber daya air memang memiliki jumlah yang besar dan dapat diperbarui, namun ketika sumber daya air tidak dapat dikelola dengan baik maka akan menimbulkan permasalahan, mulai dari matinya mata air hingga kekeringan.

Sumber daya air digunakan sebagai penyediaan air, mulai dari kebutuhan pokok sehari-hari hingga irigasi (Undang-Undang Republik Indonesia No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air). Mata air yang dimanfaatkan sebagai sumber air untuk irigasi memiliki beberapa aspek tertentu. Pemanfaatan mata air untuk irigasi dikelola sesuai dengan aturan dan kaidah yang memperhatikan 3 aspek yaitu, kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017, p.14).

##### **2.1.1 Aspek Kuantitas**

Aspek kuantitas dalam penyediaan air irigasi melalui mata air ditinjau dari jumlah air yang tersedia pada sumber mata air. Hal ini berkaitan dengan daerah yang akan diairi oleh sumber mata air tersebut. Mata air yang dimanfaatkan harus memiliki jumlah air yang cukup untuk mengairi daerah irigasi terkait. Setiap mata air memiliki hak guna air untuk irigasi. Hak guna air irigasi adalah hak untuk memperoleh dan mengusahakan air dari mata air untuk kepentingan perusahaan pertanian (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 20 Tahun 2006).

Sumber mata air didefinisikan berdasarkan nilai tingkatan, Meinzer mengemukakan sebuah klasifikasi berdasarkan debit seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Besaran tingkat mata air ini utamanya digunakan pada daerah vulkanik dan berkapur (Todd & Mays, 2005, p.68). Banyak mata air yang debitnya mengalami fluktuasi. Fluktuasi – fluktuasi tersebut diakibatkan perubahan debit rata-rata dengan panjang periode dari menit ke tahun

yang bergantung pada kondisi geologi dan kondisi hidrologi (Todd & Mays, 2005, p.68).

Tabel 2.1

Klasifikasi Debit Mata Air

Kelas	Debit Rata-rata (liter/detik)
I	> 10000
II	1000 – 10000
III	100 – 1000
IV	10 – 100
V	1 – 10
VI	0,1 – 1
VII	0,01 – 0,1
VIII	< 0,01

Sumber: Todd & Mays (2005).

### 2.1.2 Aspek Kualitas

Aspek kualitas dalam penggunaan air irigasi haruslah memenuhi baku mutu air untuk irigasi seperti yang tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2000 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air. Kualitas air untuk irigasi dipengaruhi oleh daya hantar listrik pada suhu 25°C (DHL<sub>25°C</sub>) (Hanson, 2006, p.7-8). Daya hantar listrik digunakan untuk mengindikasikan total ion terkonsentrasi dalam air. Daya hantar ini merupakan nilai salinitas terhadap air yang digunakan sebagai sumber air untuk irigasi (Wilcox, 1955, p.4).

Nilai kualitas air untuk irigasi juga dipengaruhi oleh nilai alkalinitas yang dapat dihitung menggunakan metode Rasio Serapan Natrium (SAR). Metode ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Wilcox, 1955, p.4):

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}} \dots\dots\dots(2-1)$$

dimana:

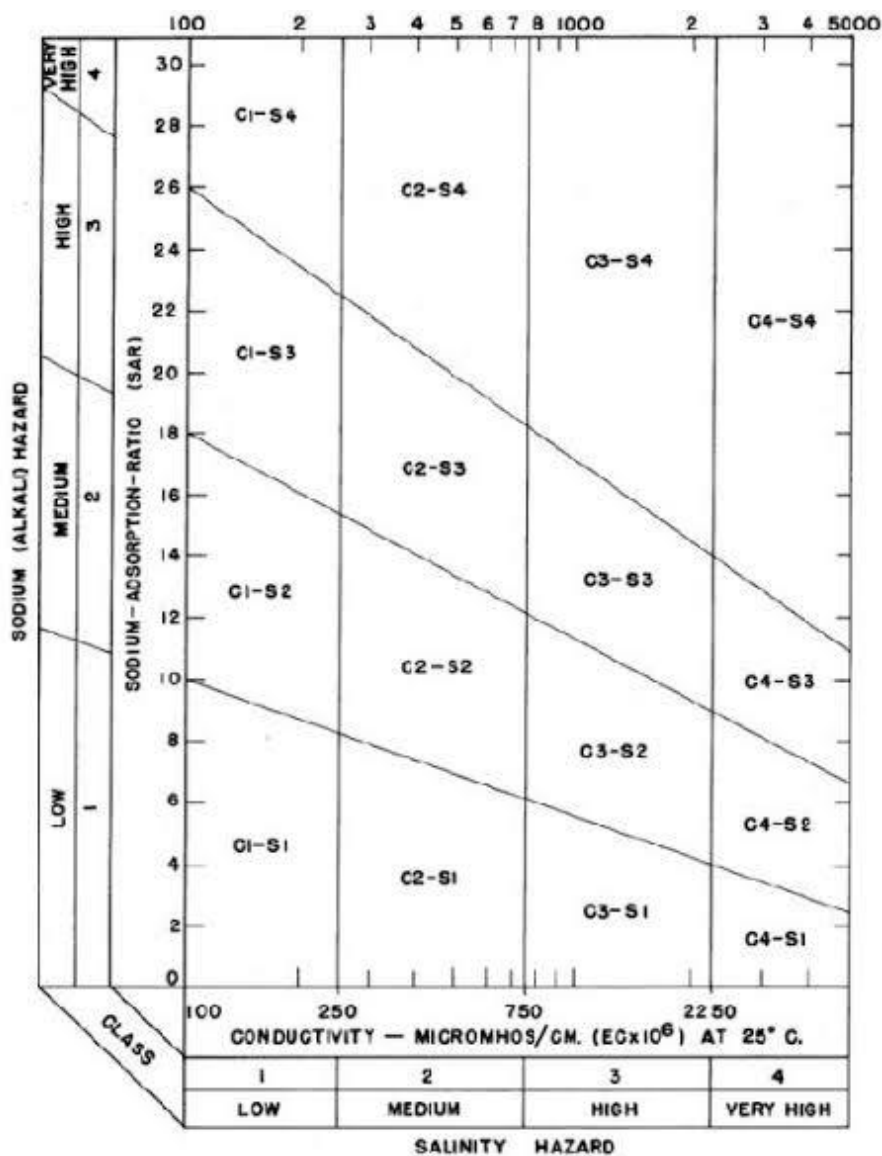
SAR = Nilai Rasio Serapan Natrium (meq/L)

Na<sup>+</sup> = Konsentrasi Ion Natrium (meq/L)

Ca<sup>2+</sup> = Konsentrasi Ion Kalsium (meq/L)

Mg<sup>2+</sup> = Konsentrasi Ion Magnesium (meq/L)

Aspek Daya Hantar Listrik 25°C (DHL<sub>25°C</sub>) dan Rasio Serapan Natrium (SAR) ini digunakan untuk menentukan nilai kualitas air untuk irigasi yang menunjukkan potensi bahaya salinitas dan alkalinitas, yang dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1 Grafik Klasifikasi dan Penggunaan Air Irigasi  
Sumber: Wilcox (1955)

Berdasarkan Gambar 2.1 di atas dapat diberikan penjelasan sebagai berikut:

1. Air dengan Potensi Bahaya Salinitas Rendah (C1) dengan nilai  $DHL_{25^{\circ}C}$  100-250  $\mu\text{mhos/cm}$  dapat digunakan untuk irigasi pada berbagai jenis tanaman pada berbagai jenis tanah, dengan sedikit kemungkinan bahwa masalah salinitas akan berkembang.
2. Air dengan Potensi Bahaya Salinitas Sedang (C2) dengan nilai  $DHL_{25^{\circ}C}$  >250-750  $\mu\text{mhos/cm}$  dapat digunakan jika jumlah pencucian dari lahan yang cukup. Dengan contoh tanaman-tanaman dengan nilai toleransi sedang terhadap garam dapat tumbuh tanpa dilakukan penanganan khusus untuk mengontrol kadar salinitas.
3. Air dengan Potensi Bahaya Salinitas Tinggi (C3) dengan nilai  $DHL_{25^{\circ}C}$  >750-2250  $\mu\text{mhos/cm}$  tidak dapat digunakan untuk tanah dengan kondisi drainase buruk. Bahkan, dengan aliran pembuang yang memadai, penanganan khusus masih diperlukan untuk

mengontrol kadar salinitas dan tanaman-tanaman yang dapat dipilih memiliki nilai toleransi yang tinggi terhadap garam.

4. Air dengan Potensi Bahaya Salinitas Sangat Tinggi (C4) dengan nilai  $DHL_{25^{\circ}C} > 2250$   $\mu mhos/cm$  tidak cocok untuk irigasi dengan kondisi alami tetapi kadang dapat digunakan dalam kondisi yang sangat khusus. Tanah harus permeable, aliran pembuang harus memadai, air irigasi harus diberikan dalam jumlah yang banyak sehingga memungkinkan pencucian tanah berlangsung sempurna dan harus dipilih tanaman yang memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap garam.

Selanjutnya, berdasarkan Gambar 2.1 di atas diberikan penjelasan sebagai berikut:

1. Air dengan Potensi Bahaya Alkalinitas Rendah (S1) dengan nilai SAR 0-10 dapat digunakan untuk irigasi pada berbagai jenis tanah dengan sedikit bahaya terhadap pembentukan kadar natrium yang tinggi.
2. Air dengan Potensi Bahaya Alkalinitas Sedang (S2) dengan nilai SAR >10-18 ini memiliki bahaya alkalinitas yang besar bagi tanah dengan tekstur yang baik. Air ini dapat digunakan pada tekstur tanah kasar atau tanah organik yang memiliki permeabilitas yang baik.
3. Air dengan Potensi Bahaya Alkalinitas Tinggi (S3) dengan nilai SAR >18-26 menghasilkan tingkat bahaya alkalinitas terhadap banyak tanah dan diperlukan penanganan tanah, aliran pembuangan yang baik, pencucian yang baik dan penambahan zat organik. Tanah bergipsum kemungkinan tidak menghasilkan bahaya alkalinitas dari kondisi air tersebut. Perubahan zat kimia diperlukan untuk mengganti kadar natrium, kecuali perubahan itu tidak sesuai terhadap air dengan salinitas sangat tinggi.
4. Air dengan Potensi Bahaya Alkalinitas Sangat Tinggi (S4) dengan nilai SAR >26-30 umumnya tidak baik untuk irigasi kecuali terhadap salinitas rendah dan sedang di mana merupakan solusi terhadap tanah berkalsium atau penggunaan dari gipsum atau penanganan lain yang dapat membuat air menjadi layak digunakan.

### **2.1.3 Aspek Kontinuitas**

Kontinuitas adalah keberlanjutan atau ketersediaan air (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017, p.14). Ketersediaan air yang dimaksud adalah kondisi di mana air selalu ada. Klasifikasi kuantitas mata air dibedakan menjadi beberapa jenis yaitu (Setyowati, 2008):

1. Mata air menahun (*perennial springs*), mata air yang mengeluarkan air sepanjang tahun dan tidak dipengaruhi oleh curah hujan.

2. Mata air musiman (*intermittent springs*), mata air yang mengeluarkan air pada musim-musim tertentu dan kondisi air sangat tergantung dengan curah hujan.
3. Mata air periodik (*periodic springs*), mata air yang mengeluarkan air pada periode tertentu saja.

Aspek kontinuitas ini dapat ditentukan dengan metode survei lapangan guna mendapatkan informasi ketersediaan air dari warga setempat. Kemudian dari hasil tersebut diklasifikasikan seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2

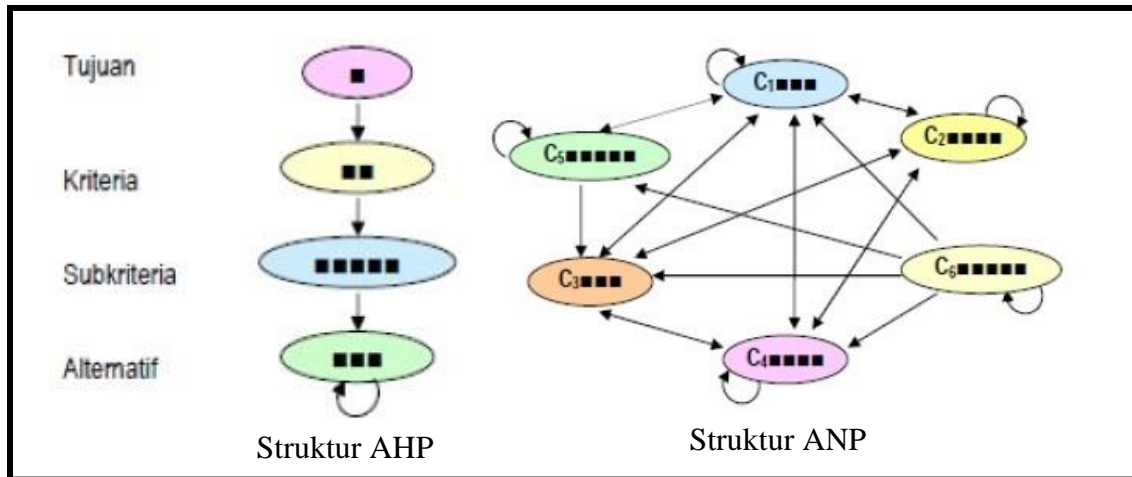
Klasifikasi Kelas Kontinuitas

No	Parameter	Kelas
1	Mengalir sepanjang tahun, tidak pernah terjadi fluktuasi yang signifikan dan tidak dipengaruhi oleh musim.	I
2	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan.	II
3	Kadang-kadang surut dan tidak mengalir bila musim kemarau, sangat dipengaruhi curah hujan.	III

Sumber: Aditya (2015).

## 2.2 Metode *Analytic Network Process* (ANP)

Metode *Analytical Network Process* (ANP) merupakan pengembangan dari metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). ANP mengizinkan adanya interaksi dan umpan balik dari elemen-elemen dalam kriteria (*inner dependence*) dan antar kriteria (*outer dependence*) (Saaty, 2006). Pendekatan ANP banyak diabaikan dibandingkan dengan pendekatan AHP yang berstruktur linear dan tidak mengakomodasikan adanya hubungan timbal balik. Hal tersebut dikarenakan AHP relatif lebih sederhana dan mudah untuk diterapkan, sedangkan ANP lebih dalam dan luas, sesuai diterapkan pada pengambilan keputusan yang rumit, kompleks serta memerlukan berbagai variasi interaksi dan ketergantungan (Rusydiana & Devi, 2013, p.10). Perbedaan struktur antara AHP dan ANP ditunjukkan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Perbedaan Struktur Dalam AHP dan ANP

Sumber: Rusydiana & Devi, 2013

Metode ANP juga merupakan teori matematis yang mampu menganalisa pengaruh dengan pendekatan asumsi-asumsi untuk menyelesaikan bentuk permasalahan. Metode ini digunakan dalam bentuk penyelesaian dengan pertimbangan atas penyesuaian kompleksitas masalah secara penguraian sintesis disertai adanya skala prioritas yang menghasilkan pengaruh prioritas terbesar. ANP juga mampu menjelaskan model faktor-faktor *dependence* serta *feedback*-nya secara sistematis. Pengambilan keputusan dalam aplikasi ANP yaitu dengan melakukan pertimbangan dan validasi atas pengalaman empirikal. Struktur jaringan yang digunakan yaitu *benefit, opportunities, cost and risk* (BOCR) membuat metode ini memungkinkan untuk mengidentifikasi, mengklasifikasi dan menyusun semua faktor yang mempengaruhi output atau keputusan yang dihasilkan (Rusydiana & Devi, 2013, p.10).

Implementasi pemecahan masalah pada ANP bergantung pada alternatif-alternatif dan kriteria yang ada. Teknis analisis ANP yaitu dengan menggunakan perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) pada alternatif-alternatif dan kriteria proyek (Rusydiana & Devi, 2013, p.10). Metode AHP memiliki jaringan hierarki yang terdapat level tujuan, kriteria, subkriteria, dan alternatif, yang masing-masing level memiliki elemen. Metode ANP memiliki jaringan timbal balik, level dalam AHP disebut kelompok yang dapat memiliki kriteria dan alternatif di dalamnya.

Yang diinginkan dalam ANP adalah mengetahui keseluruhan pengaruh dari semua elemen. Oleh karena itu, semua kriteria harus diatur dan dibuat prioritas dalam suatu kerangka kerja hierarki kontrol atau jaringan, melakukan perbandingan dan sintesis untuk memperoleh urutan prioritas dari sekumpulan kriteria ini. Kemudian kita turunkan pengaruh dari elemen dalam sistem *feedback* dengan memperhatikan masing-masing kriteria. Hasil akhir dari pengaruh ini diberikan bobot dengan tingkat kepentingan dari kriteria, dan



ditambahkan untuk memperoleh pengaruh keseluruhan dari masing-masing elemen (Rusydiana & Devi, 2013, p.11).

### 2.2.1 Landasan ANP

ANP memiliki empat aksioma yang menjadi landasan teori, antara lain (Saaty, 2006, p.47):

1. Resiprokal; aksioma ini menyatakan bahwa jika PC (EA,EB) adalah nilai perbandingan pasangan dari elemen A dan B, dilihat dari elemen induknya C, yang menunjukkan berapa kali lebih banyak elemen A memiliki apa yang dimiliki elemen B, maka  $PC (EB,EA) = \frac{1}{PC} (EA,EB)$ . Misalkan, jika A lima kali lebih besar dari B, maka B besarnya  $\frac{1}{5}$  dari besar A.
2. Homogenitas; menyatakan bahwa elemen-elemen yang dibandingkan dalam struktur kerangka ANP sebaiknya tidak memiliki perbedaan terlalu besar, yang dapat menyebabkan lebih besarnya kesalahan dalam menentukan penilaian elemen pendukung yang mempengaruhi keputusan.
3. Prioritas; yaitu pembobotan secara absolut dengan menggunakan skala 1-9. Pembobotan nilai ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3

Definisi Skala Penilaian Verbal dan Skala Numerik

Nilai Numerik	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Dua aktivitas berpengaruh sama pada tujuan
3	Sedikit lebih penting	Satu aktivitas dinilai sedikit lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
5	Lebih penting	Satu aktivitas dinilai lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu aktivitas dinilai sangat lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu aktivitas dinilai mutlak lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
2,4,6,8	Nilai tengah	Nilai yang berada di antara skala-skala di atas

Sumber: Rusydiana & Devi (2013).

4. *Dependence condition*; diasumsikan bahwa susunan dapat dikomposisikan ke dalam komponen-komponen yang membentuk bagian berupa kriteria.

### 2.2.2 Prinsip Dasar ANP

Terdapat 3 prinsip-prinsip dasar ANP yaitu dekomposisi, penilaian komparasi (*comparative judgements*), dan komposisi hierarkis atau sintesis dari prioritas (Rusydiana & Devi, 2013, p.18):

1. Prinsip dekomposisi, yaitu diterapkan untuk menstrukturkan masalah yang kompleks menjadi kerangka hierarki atau kerangka ANP yang terdiri dari jaringan-jaringan kriteria.
2. Prinsip penilaian komparasi diterapkan untuk membangun pembandingan pasangan (*pairwise comparison*) dari semua kombinasi elemen-elemen dalam kriteria dilihat dari cluster induknya. Pembandingan pasangan ini digunakan untuk mendapatkan prioritas lokal dari elemen-elemen di dalam suatu kriteria dilihat dari kriteria induknya.
3. Prinsip komposisi hierarkis atau sintesis diterapkan untuk mengalikan prioritas lokal dari elemen-elemen dalam kriteria dengan prioritas “global” dari elemen induk, yang akan menghasilkan prioritas global seluruh hierarki dan menjumlahkannya untuk menghasilkan prioritas global untuk elemen level terendah (biasanya merupakan alternatif).

### 2.2.3 Fungsi ANP

Menurut prinsip-prinsip ANP di atas, maka fungsi ANP adalah sebagai berikut:

1. Menstruktur kompleksitas. ANP berfungsi untuk mengangani permasalahan yang kompleks. Manusia mencoba untuk memecahkan kompleksitas dari waktu ke waktu hingga pada akhirnya ditemukan cara sederhana untuk menanganinya. Menstruktur kompleksitas secara hierarki ke dalam kriteria-kriteria yang homogen dari faktor-faktor. Begitu sederhananya sehingga siapapun dapat dengan mudah mengerti (Rusydiana & Devi, 2013, p.19).
2. Pengukuran ke dalam skala rasio. Kelebihan ANP salah satunya adalah dengan adanya pengukuran prioritas berdasarkan rasio dan proporsi untuk menangkap hubungan dan pengaruh sehingga menghasilkan prediksi yang akurat dan keputusan yang tepat (Saaty, 2006, p.50). Pengukuran dengan skala rasio sendiri diyakini memiliki keakuratan yang tinggi dalam perhitungan-perhitungan yang hierarki. Berdasarkan urutannya sendiri dari level terendah ke tertinggi adalah nominal, ordinal, interval, dan rasio. (Rusydiana & Devi, 2013, p.19).
3. Sintesis.

Sintesis adalah proses menyatukan semua bagian menjadi satu kesatuan. Meskipun AHP/ANP memfasilitasi analisis, fungsi yang lebih penting lagi dalam AHP/ANP

adalah kemampuannya untuk membantu kita dalam melakukan pengukuran dan sintesis sejumlah faktor-faktor dalam hierarki atau jaringan (Rusydiana & Devi, 2013, p.19). Sintesis merupakan cara yang tepat untuk menghasilkan keputusan ketika kita hendak membuat keputusan dengan dibatasi batasan-batasan informasi (Saaty, 2006, p.2).

#### **2.2.4 Paket Program Komputer**

Proses perhitungan pengambilan keputusan menggunakan metode ANP dibutuhkan alat bantu perhitungan yang mumpuni. Penelitian ini dilakukan menggunakan paket program komputer bernama *Super Decisions*. Paket program komputer *Super Decisions* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk pengambilan keputusan dengan memperhatikan *dependance* dan *feedback*. Paket program komputer *Super Decisions* menyediakan alat yang berguna untuk membuat dan mengelola model ANP/AHP, memasukkan penilaian, mendapatkan hasil dan melakukan analisis sensitivitas pada hasil. Paket program komputer *Super Decisions* telah digunakan dalam beberapa penelitian yaitu, penelitian mengenai performa supplier menggunakan pendekatan ANP (Ekawati et al., 2018), penelitian mengenai alternatif pemilihan *supplier* pita sarung tangan golf dengan menggunakan metode ANP (Waskito, 2017) dan penelitian mengenai solusi untuk mengatasi keterlambatan pengadaan barang pada bagian umum di PT. Solo Grafika Utama (Nugroho et al., 2016).

#### **2.2.5 Penelitian Terdahulu**

Berbagai penelitian terdahulu mengenai potensi mata air salah satunya penelitian tentang pemilihan mata air untuk pembangunan jaringan air bersih pedesaan dengan menggunakan Metode TOPSIS. Penelitian tersebut dilakukan di daerah Majalengka untuk daerah-daerah pedesaan yang kesulitan mendapatkan pasokan air bersih. Penelitian tersebut memperhatikan aspek yang dinilai adalah debit, kualitas, kontinuitas aliran, sistem pengaliran, dan jarak ke layanan. Metode dalam penelitian tersebut dilakukan dengan 2 cara yaitu pengumpulan data dan analisis data. Metode pengumpulan data sendiri dibagi menjadi dua bagian yaitu metode observasi, yaitu mempelajari permasalahan yang ada di sekitar penduduk dan yang kedua adalah kajian literatur, yaitu mencari bahan yang mendukung pendefinisian masalah melalui buku-buku, makalah, *internet*, yang erat kaitannya dengan permasalahan (Aditya, 2015).

Metode AHP digunakan untuk pemilihan mata air sebagai sumber air bersih di Klapanunggal, Bogor. Permasalahan yang terjadi adalah terganggunya pemenuhan air bersih pada musim kemarau. Parameter yang dinilai meliputi, kuantitas air, kontinuitas ketersediaan air, kualitas air, sistem pengaliran, dan jarak ke layanan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan wawancara dan survei lapangan untuk melakukan

pengukuran debit, pengamatan jaringan pipa, sebaran lokasi pemukiman penduduk dan topografi wilayah (Maria et al., 2015)

Metode SAW digunakan sebagai pengambilan keputusan untuk prioritas penanganan air bersih di Kabupaten Lahat. Permasalahan yang terjadi adalah sistem distribusi yang seringkali tidak sesuai dengan aspek ketersediaan dan kebutuhan. Data yang digunakan sebagai penilaian adalah jumlah penduduk, kebutuhan air, debit air, jarak pipa, beda tinggi, gesekan, dan tekanan. Data-data tersebut diperoleh dari survei di kecamatan (Agustina & Bakti, 2015).

Penelitian ini menggunakan metode ANP untuk menentukan skala prioritas pengembangan potensi mata air di Kabupaten Tuban. Parameter yang dinilai dalam penelitian ini adalah aspek teknis dari sumber daya air yaitu, debit, kualitas air, dan kontinuitas aliran. Data aspek teknis ini diperoleh dari instansi dan survei langsung di lapangan. Data debit diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban, data kualitas air diperoleh dari pengukuran di lokasi mata air dan pengambilan contoh air untuk diuji di laboratorium, dan data kontinuitas aliran diperoleh dari wawancara terhadap penduduk di sekitar lokasi mata air.

Berdasarkan beberapa penelitian di atas maka dapat ditabulasikan perbedaan antara objek penelitian tentang mata air dengan beberapa metode yang ditunjukkan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Tabulasi Perbedaan Penelitian Mata Air Terhadap Berbagai Metode

Peneliti	Metode	Parameter yang Dinilai	Hasil Penelitian
Aditya, 2015	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i> (TOPSIS).	Debit air, kualitas air, kontinuitas aliran air, sistem pengaliran, dan jarak ke layanan.	Pengambilan keputusan untuk menentukan alternatif pilihan terbaik dalam pemilihan mata air untuk jaringan air bersih.
Maria et al, 2015	<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP).	Kuantitas air, kontinuitas ketersediaan aliran, kualitas air, sistem pengaliran, dan jarak ke layanan.	Pemilihan mata air untuk mempertahankan ketersediaan air bersih.

Sumber: Aditya (2015), Maria et al (2016), Agustina & Bakti (2015).

Lanjutan Tabel 2.4

Tabulasi Perbedaan Penelitian Mata Air Terhadap Berbagai Metode

Peneliti	Metode	Parameter yang Dinilai	Hasil Penelitian
Agustina & Bakti, 2015	<i>Simple Additive Weighting</i> (SAW).	Jumlah penduduk, kebutuhan air, debit air, jarak pipa, beda tinggi, gesekan, dan tekanan.	Model sistem pendukung keputusan penentuan prioritas penanganan air bersih.
Penelitian ini	<i>Analytic Network Process</i> (ANP).	Debit, kualitas air, dan kontinuitas aliran.	Skala prioritas dalam pengembangan mata air untuk irigasi.

Sumber: Aditya (2015), Maria et al (2016), Agustina & Bakti (2015).

Berdasarkan Tabel 2.4 di atas diberikan penjelasan bahwa, penelitian terdahulu mengenai mata air menggunakan berbagai metode pengambilan keputusan hanya menentukan prioritas pengembangan untuk kebutuhan air bersih, sedangkan penelitian ini menggunakan metode pengambilan keputusan untuk prioritas pengembangan mata air untuk irigasi sejumlah 10 objek mata air. Metode pengumpulan data pada penelitian terdahulu memiliki persamaan dengan penelitian ini yaitu survei di lapangan dan pengumpulan data di instansi terkait, namun pada penelitian ini parameter yang digunakan adalah data debit, kualitas air, dan kontinuitas aliran sebagai landasan dalam pengambilan keputusan (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017, p.14). Metode pengambilan keputusan dalam penelitian terdahulu mengenai mata air menggunakan metode TOPSIS, AHP, dan SAW yang tidak mengakomodasi adanya hubungan timbal balik antar kriteria dan antar elemen di dalam kriteria seperti ANP (Rusydiana & Devi, 2013, p.10).

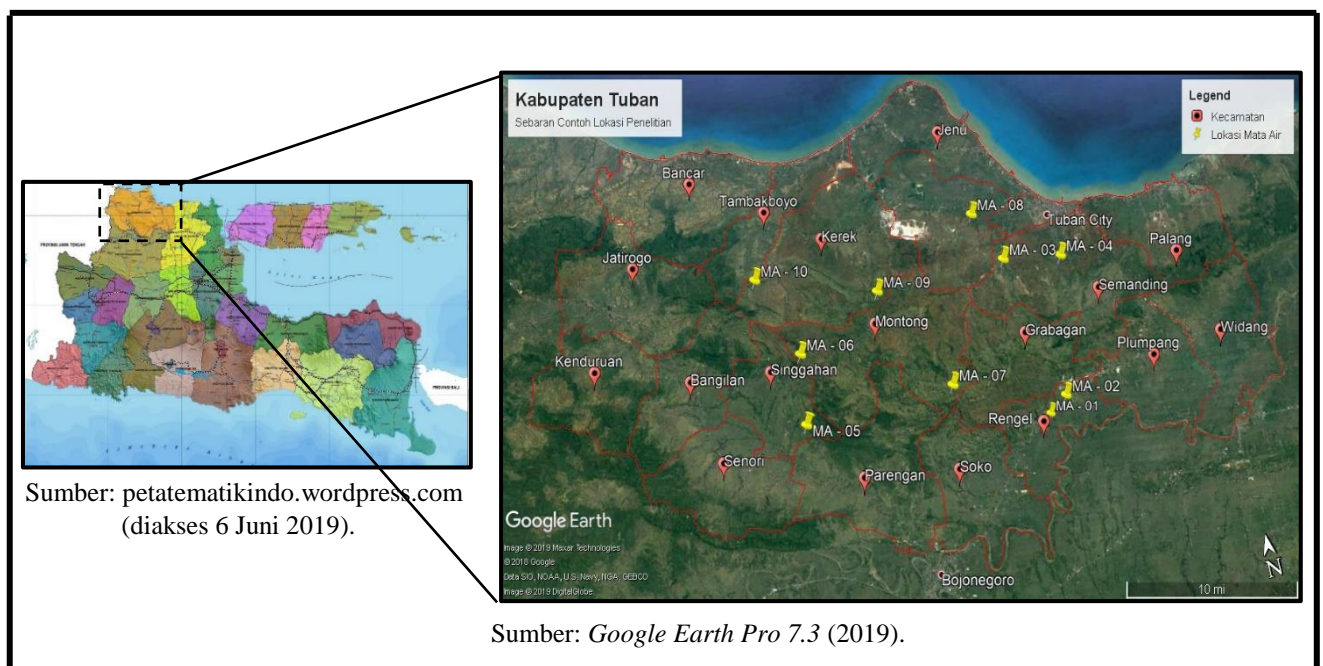
(halaman sengaja dikosongkan)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di wilayah Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Tuban memiliki luas wilayah 1.839,94 km<sup>2</sup>. Letak astronomi Kabupaten Tuban berada pada koordinat 6° 40' - 7° 18' LS dan 11° 30' - 112° 35' BT. Wilayah Kabupaten Tuban memiliki batas sebelah Timur adalah Kabupaten Lamongan, sebelah Selatan adalah Kabupaten Bojonegoro, sebelah Barat adalah Provinsi Jawa Tengah, dan sebelah Utara adalah Laut Jawa (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tuban, 2018). Lokasi penelitian ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



*Gambar 3.1 Lokasi Penelitian*

Objek penelitian adalah mata air sejumlah 10 lokasi yang dipilih berdasarkan hasil survei di lapangan dan data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban. Mata air yang direkomendasikan adalah mata air yang digunakan sebagai sumber air untuk irigasi namun belum dikelola dengan baik. Lokasi mata air dapat ditunjukkan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1  
Lokasi Mata Air

Kode	Nama Mata Air	Desa	Kecamatan	Koordinat	
				LS	BT
MA – 01	Ngerong	Rengel	Rengel	7°03'36,41"	112°00'27,30"
MA – 02	Beron	Sumberejo	Rengel	7°03'02,83"	112°01'24,38"
MA – 03	Jadi	Jadi	Semanding	6°55'56,48"	111°59'53,90"
MA – 04	Bektiharjo	Bektiharjo	Semanding	6°56'29,11"	112°02'54,37"
MA – 05	Mejiret	Kedungjambe	Singgahan	7°01'10,00"	111°47'52,00"
MA – 06	Kerawak	Guwoterus	Montong	6°57'49,95"	111°48'19,87"
MA – 07	Lanang	Maindu	Montong	7°01'10,25"	111°55'45,55"
MA – 08	Srunggo	Tuwirwetan	Merakurak	6°53'23,45"	111°58'48,17"
MA – 09	Ngajaran	Hargoretno	Kerek	6°55'51,85"	111°52'59,30"
MA – 10	Bangkok	Gemulung	Kerek	6°53'45,81"	111°46'47,23"

Sumber: Hasil survei (2019).

### 3.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini direncanakan berlangsung dalam waktu 6 bulan terhitung mulai bulan Juli 2019 sampai dengan Desember 2019 dengan tahapan waktu sebagai berikut:

1. Pengumpulan data lokasi mata air (1 Juli 2019)
2. Survei lapangan (2 Juli 2019 – 3 Juli 2019)
3. Pengumpulan alat (4 Juli 2019)
4. Pengambilan data kualitas fisik air dan contoh mata air (5 Juli 2019 – 6 Juli 2019)
5. Pengujian contoh mata air di laboratorium (8 Juli 2019 – 15 Agustus 2019)
6. Rekapitulasi data debit dan hasil uji laboratorium (17 Agustus 2019 – 17 September 2019)
7. Pemodelan menggunakan Metode ANP (18 September 2019 – 18 Oktober 2019)
8. Penulisan laporan (20 Oktober 2019 – 1 Desember 2019)

Laporan penelitian ini ternyata dapat diselesaikan oleh penulis dalam waktu 3 bulan terhitung dari bulan Juli sampai September.

### 3.3 Data dan Peralatan

#### 3.3.1 Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Data lokasi mata air diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Kabupaten Tuban, digunakan sebagai acuan dalam survei lokasi mata air dan pemetaan lokasi mata air. Data lokasi mata air ditunjukkan dalam **Lampiran I**.



2. Data debit mata air diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Kabupaten Tuban, digunakan untuk penilaian kuantitas air dari tiap-tiap mata air. Data debit mata air ditunjukkan dalam **Lampiran I**.
3. Data kandungan ion-ion terlarut dalam air diperoleh dengan cara mengambil contoh air di tiap-tiap mata air untuk kemudian diuji di laboratorium. Kandungan ion-ion kimia yang diuji meliputi  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang diuji di Laboratorium Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang, digunakan untuk menentukan nilai kualitas air dari tiap-tiap mata air.
4. Data parameter fisik mata air diperoleh dengan cara melakukan pengukuran langsung di tiap-tiap mata air yang meliputi pengukuran suhu air dan DHL, digunakan untuk penilaian kualitas air dari tiap-tiap mata air.
5. Data kontinuitas aliran mata air diperoleh dengan cara melakukan wawancara terhadap penduduk di sekitar lokasi mata air, digunakan dalam penilaian aspek kontinuitas aliran dari tiap-tiap mata air.

### 3.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 2 jenis, yaitu perangkat keras yang digunakan di lapangan dan perangkat lunak yang merupakan paket program komputer. Perangkat keras yang digunakan untuk penelitian di lapangan meliputi:

1. Ember atau gayung digunakan untuk mengambil air dari mata air.
2. Konduktimeter model *µSiemen Digital Conductivity Tester* digunakan untuk mengukur nilai DHL dalam air di tiap-tiap mata air
3. Termometer model *Digital Thermometer TP3001* digunakan untuk mengukur suhu air di tiap-tiap mata air.
4. *Global Positioning System* (GPS) model *Garmin GPS 60* digunakan untuk menandai koordinat lokasi dari tiap-tiap sumber mata air.
5. Botol berbahan *Polyetilen* 1 liter digunakan untuk mengambil contoh air di tiap-tiap mata air.
6. Kamera digunakan untuk melakukan dokumentasi lokasi mata air.
7. Spidol digunakan untuk memberikan keterangan pada label penanda.
8. Label penanda digunakan untuk melabeli botol contoh air sesuai dengan kode dari mata air yang akan diambil.
9. Kotak pendingin digunakan untuk menyimpan botol contoh air agar suhu tetap terjaga dan melindungi botol dari radiasi.

10. Kantong plastik berwarna hitam digunakan untuk membungkus botol contoh air agar tidak terkena paparan sinar *ultraviolet* (UV).
11. Es gel digunakan untuk menjaga suhu dalam kotak pendingin sebesar  $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
12. Kertas pencatat data digunakan untuk mencatat data pengukuran parameter fisik air, koordinat lokasi mata air, dan kontinuitas aliran mata air.

Untuk program paket komputer yang digunakan meliputi:

1. Paket program komputer *Excel Worksheet Microsoft Office 2013* digunakan untuk merekap data pengukuran di lapangan, rekap hasil uji laboratorium, dan pengolahan data.
2. Paket program komputer *Google Earth Pro 7.3* digunakan untuk memetakan lokasi mata air.
3. Paket program komputer *AquaChem 2011.1* digunakan untuk menentukan potensi bahaya salinitas dan alkalinitas contoh penelitian.
4. Paket program komputer *Super Decisions 2.10* digunakan untuk melakukan penilaian prioritas pengembangan potensi mata air untuk sumber air irigasi.

### **3.4 Tahapan Penelitian**

#### **3.4.1 Identifikasi Potensi Mata Air**

1. Pengklasifikasian Debit Mata Air

Data debit mata air diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang, Kabupaten Tuban, data debit tiap-tiap mata air kemudian diklasifikasikan berdasarkan Tabel 2.1.

2. Pengambilan Contoh Air dari Mata Air

Dalam pengambilan contoh air dari mata air untuk diuji kualitasnya dilakukan dengan tahapan yang mengacu pada SNI Nomor 6989.58.2008 sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan botol contoh pengambilan air berbahan *Polyetilen* (PE) dengan volume 1 liter untuk mengambil sampel mata air.
- 2) Membilas bagian dalam botol dengan air dari mata air yang akan diambil sebanyak 3 kali dengan menggunakan gayung atau ember.
- 3) Mengambil tutup botol bagian dalam kemudian dibilas dengan air dari mata air sebanyak 3 kali dengan menggunakan gayung atau ember.
- 4) Mengambil contoh air dari sumber keluarnya air dengan menggunakan gayung atau ember.

- 5) Mengisi botol contoh mata air dengan air yang telah diambil hingga tidak ada ruang udara.
  - 6) Menutup botol dengan menggunakan penutup dalam terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan menutup botol menggunakan penutup luar.
  - 7) Membungkus botol sampel dengan menggunakan kantong plastik berwarna hitam dan memasukkan ke dalam kotak pendingin yang berisi es batu atau *dry ice* agar suhu dari contoh air terjaga dan terlindung dari paparan sinar UV.
  - 8) Menutup kotak pendingin dengan rapat agar tidak ada sinar UV yang masuk mengenai botol contoh air.
3. Pengukuran Parameter Fisik
- Setelah melakukan pengambilan contoh mata air untuk diuji kualitasnya, maka dilakukan pengukuran parameter fisik yang meliputi DHL dan suhu air dengan tahapan sebagai berikut:
- 1) Mengambil air dari mata air dengan menggunakan gayung atau ember.
  - 2) Mengukur suhu air di dalam gayung atau ember dengan menggunakan termometer air model *Digital Thermometer TP3001*.
  - 3) Mencatat nilai dari pengukuran suhu air pada kertas pencatat data.
  - 4) Mengukur nilai dari Daya Hantar Listrik (DHL) dengan menggunakan konduktimeter model *μSiemen Digital Conductivity Tester*.
  - 5) Mencatat nilai dari DHL pada kertas pencatat data.
  - 6) Mengulangi pengambilan data parameter fisik sebanyak 5 kali dengan mengganti air di gayung/ember setiap kali selesai melakukan pengukuran suhu air dan DHL.
4. Penentuan Kontinuitas Aliran Air
- Penentuan kontinuitas aliran air dilakukan menggunakan metode wawancara terhadap warga di sekitar lokasi mata air. Kondisi aliran diklasifikasikan berdasarkan sifat aliran yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.
5. Pengujian Laboratorium
- Dari tahapan pengambilan contoh mata air (No. 3) kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui nilai kandungan ion-ion terlarut dalam air pada tiap-tiap mata air. Pengujian contoh mata air dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang untuk mengetahui nilai dari  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , dan  $\text{Mg}^{2+}$  dengan metode *Atomic Absorption Spectrofotometry (AAS)* model *iCE 3000 Series*.

## 6. Penentuan Kualitas Mata Air

Setelah melakukan pengukuran nilai suhu air dan  $DHL_t$  dan pengujian nilai kandungan ion-ion terlarut dalam air maka ditentukan nilai kualitas air untuk irigasi menggunakan grafik Wilcox yang ditunjukkan pada Gambar 2.1. Klasifikasi kualitas air untuk irigasi menggunakan nilai SAR dan nilai  $DHL_{25^\circ C}$ . Perhitungan nilai SAR ditunjukkan dalam Perhitungan (2-1) dan nilai  $DHL_{25^\circ C}$  dirumuskan sebagai berikut (Hanson, 2006, p.7-8):

$$DHL_{25^\circ C} = DHL_t - (0,02 \times (T - 25) \times DHL_t) \dots \dots \dots (3-1)$$

Berdasarkan perhitungan di atas dapat diberikan penjelasan sebagai berikut:

$DHL_{25^\circ C}$  = Nilai DHL dalam suhu standar ( $\mu\text{S/cm}$ )

$DHL_t$  = Nilai DHL di lapangan ( $\mu\text{S/cm}$ )

T = Suhu saat pengukuran di lapangan ( $^\circ\text{C}$ )

### 3.4.2 Menentukan Urutan Prioritas Pengembangan Mata Air.

Penentuan urutan prioritas pengembangan mata air dilakukan dengan menggunakan metode ANP. Pemodelan ANP memiliki utama sebagai berikut (Rusydiana dan Devi, 2013, p.23):

#### 1. Mengembangkan Struktur Model Keputusan

Pada langkah ini, elemen paling atas (kriteria) didekomposisi menjadi sub-komponen dan atribut (sub kriteria). ANP memungkinkan dependensi baik di dalam sebuah kriteria (ketergantungan dalam) dan antar kriteria (ketergantungan luar). Masing-masing variabel pada setiap tingkat harus didefinisikan bersama dengan hubungannya dengan unsur-unsur lain dalam sistem.

#### 2. Matriks Perbandingan Berpasangan dari Variabel yang Saling Terkait

Pada ANP, matriks korelasi disusun berdasarkan skala 1-9 seperti pada Tabel 2.4. Berdasarkan Tabel 2.4 dilakukan pembobotan nilai terhadap beberapa parameter. Bobot nilai terhadap parameter ditunjukkan dalam Tabel 3.2.

Tabel 3.2

Bobot Nilai Tiap Parameter

Kelas	Parameter Kuantitas	Nilai	Bobot
1	Debit Kelas I	> 10000 liter/detik	9
2	Debit Kelas II	1000 - 10000 liter/detik	8
3	Debit Kelas III	100 - 1000 liter/detik	7
4	Debit Kelas IV	10 - 100 liter/detik	6
5	Debit Kelas V	1 - 10 liter/detik	5
6	Debit Kelas VI	0,1 - 1 liter/detik	4
7	Debit Kelas VII	0.01 – 0,1 liter/detik	3
8	Debit Kelas VIII	< 0,01 liter/detik	2

Sumber: Todd & Mays (2005), Wilcox (1955), dan Aditya (2015).

Lanjutan Tabel 3.2  
Bobot Nilai Tiap Parameter

Kelas	Parameter Kualitas Air	Keterangan	Bobot
1	C1 - S1	Baik	9
2	C2 - S1, C1 - S2	Sedang – Baik	8
3	C3-S1,C2-S2,C1-S3	Sedang	7
4	C4-S1,C3-S2,C2-S3,C1-S4	Sedang – Buruk	6
5	C4-S2, C3-S3,C2-S4	Buruk	5
6	C4-S3,C3-S4	Sangat Buruk	4
7	C4-S4	Tidak Dapat Digunakan	3

Kelas	Parameter Kontinuitas	Keterangan	Bobot
1	Menahun	Mengalir Sepanjang tahun, tidak pernah terjadi fluktuasi yang signifikan dan tidak dipengaruhi oleh musim.	9
2	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan	7
3	Periodik	Kadang-kadang surut dan tidak mengalir bila musim kemarau, sangat dipengaruhi curah hujan	5

Sumber: Todd & Mays (2005), Wilcox (1955), dan Aditya (2015).

Berdasarkan Tabel 3.2 di atas diberikan penjelasan bahwa pembobotan kuantitas air dilakukan dengan menggunakan acuan klasifikasi debit mata air yang ditunjukkan pada Tabel 2.1. Pembobotan kualitas air dengan menggunakan grafik klasifikasi air untuk irigasi seperti yang dapat ditunjukkan pada Gambar 2.1 dan pembobotan kontinuitas aliran mengacu pada klasifikasi kontinuitas aliran yang dapat ditunjukkan pada Tabel 2.2. Setelah dilakukan pembobotan dilakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan yang ditunjukkan dalam persamaan berikut (Edni, 2013):

<b>A</b>	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	<b>...</b>	<b>B<sub>N</sub></b>	
<b>B<sub>1</sub></b>	B <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	B <sub>13</sub>	...	B <sub>1n</sub>	
<b>B<sub>2</sub></b>	B <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	...	B <sub>2n</sub>	
<b>B<sub>3</sub></b>	B <sub>31</sub>	B <sub>32</sub>	B <sub>33</sub>	...	B <sub>3n</sub>	.....(3-2)
<b>...</b>	...	...	...	...	...	
<b>B<sub>N</sub></b>	B <sub>n1</sub>	B <sub>n2</sub>	B <sub>n3</sub>	...	B <sub>nn</sub>	

berdasarkan persamaan (3-2) di atas diberikan penjelasan bahwa nilai B<sub>11</sub> merupakan hasil dari perbandingan berpasangan antara nilai B<sub>1</sub> terhadap B<sub>1</sub>, nilai B<sub>21</sub> merupakan hasil dari perbandingan nilai B<sub>2</sub> terhadap B<sub>1</sub>.

Berdasarkan hasil perbandingan berpasangan selesai kemudian menghitung nilai *eigen vector* (vektor prioritas) yang dirumuskan sebagai berikut (Edni, 2013):

$$X = \sum \frac{W_{ij}}{\sum_n W_j} \dots \dots \dots (3-3)$$

dimana:

X = Vektor prioritas

W<sub>ij</sub> = nilai sel kolom pada satu baris (i, j = 1...n)

ΣW<sub>j</sub>= jumlah total kolom

n = jumlah matriks yang dibandingkan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai vektor prioritas maka dapat dihitung nilai λ maksimum dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\lambda \text{ maksimum} = (\text{nilai vektor 1} \times \text{jumlah baris 1}) + (\text{nilai vektor 2} \times \text{jumlah baris 2}) \dots n \dots \dots \dots (3-4)$$

Berdasarkan nilai λ maksimum kemudian dapat dihitung nilai *Consistency Index* (Indeks Konsistensi). Nilai indeks konsistensi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (Edni, 2013):

$$CI = \frac{(\lambda_{\text{maks}} - n)}{(n - 1)} \dots \dots \dots (3-5)$$

dimana:

CI = Indeks Konsistensi

λ maksimum = nilai vektor prioritas terbesar

n = jumlah matriks yang dibandingkan

Berdasarkan nilai indeks konsistensi maka dilakukan perhitungan nilai *Consistency Ratio* (Rasio Konsistensi) yang bertujuan untuk mengetahui nilai konsistensi dari matriks

perbandingan berpasangan. Rasio konsistensi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Edni, 2013):

$$CR = \frac{CI}{RI} \dots \dots \dots (3-6)$$

dimana:

CR = Rasio konsistensi

CI = Indeks konsistensi

RI = Rasio indeks

Nilai Rasio Indeks ditunjukkan dalam Tabel 3.3.

Tabel 3.3  
Nilai Rasio Indeks

Orde Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber: Edni, 2013.

### 3. Perhitungan Supermatriks

Berdasarkan hasil perbandingan matriks berpasangan selesai dan mendapatkan nilai *eigenvector* (vektor prioritas) dilakukan perhitungan supermatriks yang dilakukan dengan 3 tahapan sebagai berikut:

- 1) *Unweighted Supermatrix* (Supermatriks tanpa pembobotan), dibuat secara langsung dari semua prioritas lokal yang berasal dari perbandingan berpasangan antar elemen yang mempengaruhi satu sama lain.
- 2) *Weighted Supermatrix* (Supermatriks berbobot), dihitung dengan mengalikan nilai dari supermatriks-tanpa-pembobotan dengan bobot cluster yang terkait.
- 3) *Limiting Supermatrix* (Supermatriks terbatas), dibuat dengan mengangkat supermatriks-berbobot sampai stabil.

Langkah-langkah ini dilakukan dengan menggunakan program paket komputer *Super Decisions*, yang merupakan program paket komputer yang dikembangkan untuk pemodelan ANP.

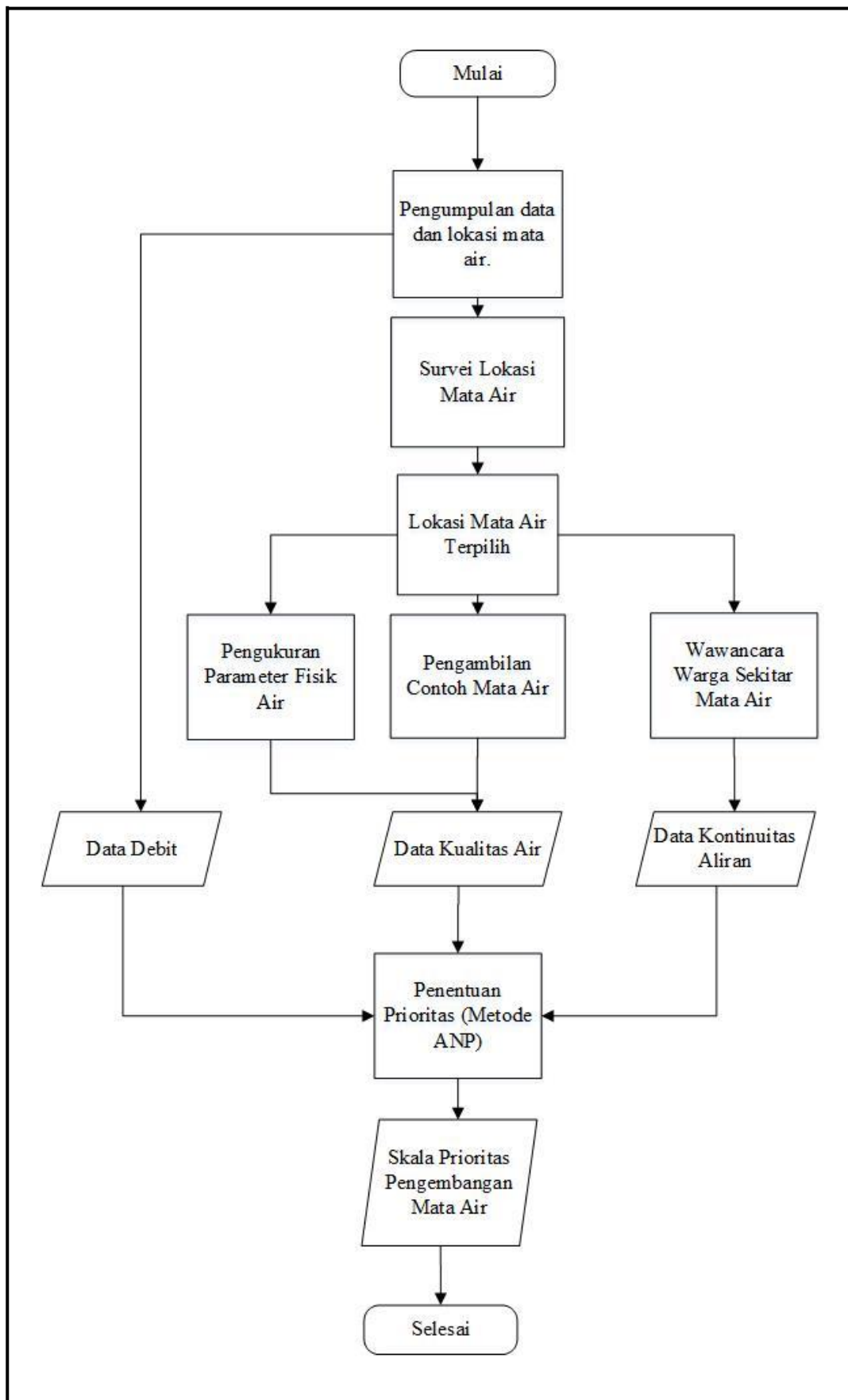
4. Berdasarkan hasil pengumpulan data maka dilakukan pengolahan data melalui metode ANP dengan menggunakan program paket komputer *Super Decisions*. Langkah-langkah pengolahan data sebagai berikut:

- 1) Membuka paket program komputer *Super Decisions*
- 2) Memilih bagian tab *file* kemudian pilih *new, simple network*, ok.

- 3) Membuat *cluster* baru di tab design kemudian *new cluster* dan menentukan *alternatives*. Lalu pilih tab *file* dan simpan (*save*).
- 4) Setelah muncul tab *cluster* baru kemudian pilih add node untuk menambahkan node baru.
- 5) Membuat jaring sistem *Analytic Network Process* antar *cluster* dan *node* dengan cara klik kiri pada salah satu *alternatives* kemudian hubungkan pada tiap *node* dengan cara klik kiri hingga muncul warna merah sebagai tanda bahwa cluster dan node sudah terhubung.
- 6) Melakukan *pairwise method* untuk memberikan pembobotan tiap *node* dengan cara memilih tab *access/compare, pairwise comparisons*, kemudian pilih *node*.
- 7) Melakukan *pairwise method* untuk memberikan pembobotan tiap *cluster* dengan cara memilih tab *access/compare, pairwise comparisons*, kemudian pilih *cluster*.
- 8) Memilih *computations, unweighted super matrix, graphical* untuk mengetahui hasil perhitungan supermatriks tanpa pembobotan.
- 9) Memilih *computations, weighted super matrix, graphical* untuk mengetahui hasil perhitungan supermatriks berbobot.
- 10) Memilih *computations, limit matrix, graphical* untuk mengetahui hasil perhitungan supermatriks terbatas.
- 11) Memilih *computations* dan *synthesize* untuk mengetahui hasil nilai prioritas pemodelan ANP.

Berdasarkan tahapan - tahapan penelitian di atas diberikan diagram alir yang dapat ditunjukkan dalam Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

(halaman sengaja dikosongkan)

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Identifikasi Potensi Mata Air

Lokasi penelitian adalah 10 mata air yang tersebar di 6 kecamatan di Kabupaten Tuban, yaitu Kecamatan Rengel, Kecamatan Semanding, Kecamatan Singgahan, Kecamatan Montong, Kecamatan Merakurak, dan Kecamatan Kerek. Identifikasi mata air bertujuan untuk mengetahui kondisi mata air yang meliputi aspek kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran. Dokumentasi kegiatan penelitian ditunjukkan pada **Lampiran II**.

##### 4.1.1 Data Debit

Data debit merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk melakukan pengambilan keputusan. Data debit ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban. Data debit ke-10 mata air ini ditunjukkan dalam Tabel 4.1.

Tabel 4.1  
Data Debit Mata Air

No	Nama Mata air	Kode Mata Air	Debit (liter/detik)	
			Maksimum	Minimum
1	Sumber Ngerong	MA – 01	900	600
2	Sumber Beron	MA – 02	614	380
3	Sumber Jadi	MA – 03	135	80
4	Sumber Bektiharjo	MA – 04	1123	580
5	Sumber Mejiret	MA – 05	187	80
6	Sumber Kerawak	MA – 06	700	384
7	Sumber Lanang	MA – 07	21	15
8	Sumber Srunggo	MA – 08	1100	800
9	Sumber Ngajaran	MA – 09	100	20
10	Sumber Bangkok	MA – 10	200	40

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban (2019).

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai debit maksimum dan minimum dari 10 mata air yang diteliti. Nilai debit maksimum diukur saat musim penghujan sedangkan nilai debit minimum diukur pada saat musim kemarau. Debit maksimum tertinggi dimiliki oleh Mata Air Bektiharjo dengan debit 1123 liter/detik dan nilai debit maksimum terendah dimiliki oleh Mata Air Lanang dengan debit 21 liter/detik. Hal ini dikarenakan Mata Air Bektiharjo merupakan mata air dengan beberapa titik pemunculan air yang berbeda

sehingga debit yang dihasilkan lebih banyak sedangkan Mata Air Lanang hanya memiliki satu titik pemunculan air. Debit maksimum dan debit minimum dari Mata Air Bektiharjo memiliki rasio sebesar 2 kali. Hal ini dipengaruhi oleh nilai debit maksimum sebesar 1123 liter/detik dan debit minimum sebesar 600 liter/detik. Mayoritas nilai ke-10 mata air memiliki rasio nilai perbandingan debit maksimum terhadap debit minimum sebesar 2 kali, hal ini terjadi pada 6 mata air yang meliputi, Mata Air Ngerong, Mata Air Beron, Mata Air Jadi, Mata Air Bektiharjo, Mata Air Mejiret, dan Mata Air Kerawak. Nilai rasio Mata Air Lanang dan Mata Air Srunggo memiliki rasio 1 kali dan Mata Air Ngajaran dan Mata Air Bangkok memiliki rasio tertinggi di antara mata air yang lain sebesar 5 kali. Hal ini disebabkan oleh penurunan jumlah debit yang cukup besar saat musim kemarau.

#### 4.1.2 Data Kualitas Air

Data kualitas mata air diperoleh dari pengukuran di lapangan dan pengambilan contoh air untuk kemudian diujikan di laboratorium. Hasil dari pengujian yang dilakukan di Laboratorium Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Malang dapat ditunjukkan pada **Lampiran III**. Pengukuran di lapangan dilakukan untuk menentukan nilai parameter fisik air dan hasil uji lab dilakukan untuk menentukan kandungan ion-ion terlarut dalam air. Parameter fisik air yang diukur di lapangan adalah nilai suhu air dan daya hantar listrik (DHL). Nilai parameter fisik air ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2

Nilai Parameter Fisik Air

Kode	Parameter		
	Suhu (°C)	DHL <sub>t</sub> (μs/cm)	DHL <sub>25</sub> (μs/cm)
MA - 01	27,4	490	467
MA - 02	27,7	513	485
MA - 03	27,8	509	481
MA - 04	28,8	522	482
MA - 05	28,2	583	546
MA - 06	26,9	545	524
MA - 07	25,7	574	566
MA - 08	28,1	541	507
MA - 09	27,7	596	564
MA - 10	27,8	546	515

Sumber: Hasil pengukuran di lapangan (2019).

Nilai DHL merupakan hasil pengukuran di lapangan yang dipengaruhi oleh suhu air. Suhu standar untuk nilai DHL adalah 25°C. Pengukuran DHL yang dilakukan pada suhu selain 25°C harus disesuaikan dengan suhu standar. Nilai DHL<sub>25</sub> dihitung dari nilai DHL di lapangan (Hanson, 2006, p.7-8).

Contoh perhitungan  $DHL_{25^{\circ}C}$  adalah sebagai berikut (Hanson, 2006):

MA – 03

$$DHL_t = 509 \mu S/cm$$

$$T = 27,8^{\circ}C$$

$$\begin{aligned} DHL_{25^{\circ}C} &= DHL_t - (0,02 \times (T - 25) \times DHL_t) \\ &= 509 - (0,02 \times (27,8 - 25) \times 509) \\ &= 467 \mu S/cm \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.2 diberikan penjelasan bahwa nilai  $DHL_{25}$  ke-10 mata air berada pada nilai  $250 \mu S - 750 \mu S$ . Nilai  $DHL_{25}$  tersebut diperoleh dari nilai DHL dan suhu air yang diukur secara langsung di lapangan. Pengukuran DHL secara langsung di lapangan dengan menggunakan konduktimeter model *Siemen Digital Conductivity Tester*. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali di setiap lokasi mata air, hal ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan data yang akan digunakan dalam perhitungan, kemudian hasil 5 kali pengukuran nilai DHL dirata-rata untuk mendapatkan nilai akhir dari DHL. Besarnya nilai DHL tersebut dipengaruhi oleh kandungan ion-ion terlarut dalam air. Pengukuran suhu air (T) dilakukan dengan menggunakan termometer model *Digital Thermometer TP3001*. Pengukuran suhu air dilakukan sebanyak 5 kali untuk meminimalisir kesalahan data, kemudian dilakukan rata-rata untuk mendapatkan nilai akhir suhu air. Perbedaan nilai suhu air di tiap-tiap mata air disebabkan oleh vegetasi yang berada di sekitar mata air dan menyebabkan cahaya matahari yang masuk dan mempengaruhi akuifer yang ada (Purwantara, 2012).

Pengambilan contoh air dilakukan untuk menentukan nilai kandungan ion-ion terlarut dalam air melalui hasil pengujian di laboratorium yang dapat ditunjukkan dalam **Lampiran II**. Parameter yang diujikan meliputi Natrium ( $Na^+$ ), Kalsium ( $Ca^{2+}$ ), dan Magnesium ( $Mg^{2+}$ ). Pengujian parameter tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Atomic Adsorption Spectrofotometry* dengan model alat *Thermo Scientific iCE 3000 Series*. Nilai dari kandungan ion-ion terlarut dalam air yang diujikan ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3

Nilai Kandungan Ion dalam Air

Kode	Parameter					
	$Na^+$		$Ca^{2+}$		$Mg^{2+}$	
	(ppm)	(meq/L)	(ppm)	(meq/L)	(ppm)	(meq/L)
MA - 01	0,28	0,01	47,77	2,38	19,94	1,64
MA - 02	0,33	0,01	38,68	1,93	30,00	2,47
MA - 03	0,28	0,01	61,62	3,07	1,79	0,15

Sumber: Hasil pengujian di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang (2019).

Lanjutan Tabel 4.3  
 Nilai Kandungan Ion dalam Air

Kode	Parameter					
	Na <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	(ppm)	(meq/L)	(ppm)	(meq/L)	(ppm)	(meq/L)
MA – 04	0,62	0,03	61,58	3,07	6,57	0,54
MA – 05	0,49	0,02	63,98	3,19	5,91	0,49
MA – 06	0,34	0,01	64,73	3,23	17,60	1,45
MA – 07	0,37	0,02	38,74	1,93	34,71	2,86
MA – 08	0,45	0,02	64,88	3,24	5,45	0,45
MA – 09	0,24	0,01	68,62	3,42	6,24	0,51
MA – 10	0,23	0,01	47,36	2,36	26,04	2,14

Sumber: Hasil pengujian di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang (2019).

Berdasarkan Tabel 4.3 di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai tiap parameter dalam satuan *part per million* (ppm) dan kemudian dikonversi menjadi *miliequivalent per liter* (meq/L). Konversi nilai ppm ke dalam nilai meq/L dapat dihitung dengan membagi nilai tiap ion dengan berat ekuivalen masing-masing ion. Perhitungan konversi nilai ppm ke dalam meq/L diberikan contoh perhitungan sebagai berikut:

MA – 03

$$\text{a. Na}^+ = 0,28 \text{ ppm}$$

$$\text{Berat Ekuivalen Na} = 23 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}^+ &= \frac{0,28}{23} \\ &= 0,01 \text{ meq/L} \end{aligned}$$

$$\text{b. Ca}^{2+} = 61,62 \text{ ppm}$$

$$\text{Berat Ekuivalen Ca} = 20,04 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Ca}^{2+} &= \frac{61,62}{20,04} \\ &= 3,07 \text{ meq/L} \end{aligned}$$

$$\text{c. Mg}^{2+} = 1,79 \text{ ppm}$$

$$\text{Berat Ekuivalen Mg} = 12,16 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Mg}^{2+} &= \frac{1,79}{12,16} \\ &= 0,15 \text{ meq/L} \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai kandungan ion-ion terlarut dalam air yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3 nilai Kalsium (Ca<sup>2+</sup>) begitu dominan dibandingkan dengan nilai yang lain (Natrium dan Magnesium). Nilai Ca<sup>2+</sup> yang dominan juga terdapat pada penelitian mata air di daerah karst

di Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor (Maria et al., 2018). Hal tersebut dikarenakan lokasi penelitian yang berada pada daerah karst yang memiliki penyusun utama kalsium (Azkiya, 2016).

Hasil dari konversi ion-ion tersebut digunakan untuk menentukan nilai Rasio Serapan Natrium (SAR) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-1). Nilai SAR ini digunakan dalam penentuan nilai potensi bahaya alkalinitas. Hasil dari perhitungan nilai SAR dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4

Nilai Rasio Serapan Natrium (SAR)

Kode	Parameter			SAR
	Na <sup>+</sup> (meq/L)	Ca <sup>2+</sup> (meq/L)	Mg <sup>2+</sup> (meq/L)	
MA - 01	0,01	2,38	1,64	0,009
MA - 02	0,01	1,93	2,47	0,010
MA - 03	0,01	3,07	0,15	0,010
MA - 04	0,03	3,07	0,54	0,020
MA - 05	0,02	3,19	0,49	0,016
MA - 06	0,01	3,23	1,45	0,010
MA - 07	0,02	1,93	2,86	0,010
MA - 08	0,02	3,24	0,45	0,014
MA - 09	0,01	3,42	0,51	0,007
MA - 10	0,01	2,36	2,14	0,007

Berdasarkan Tabel 4.4 di atas diberikan contoh perhitungan sebagai berikut:

MA – 03

Nilai Na<sup>+</sup> = 0,01 meq/L

Nilai Ca<sup>2+</sup> = 3,07 meq/L

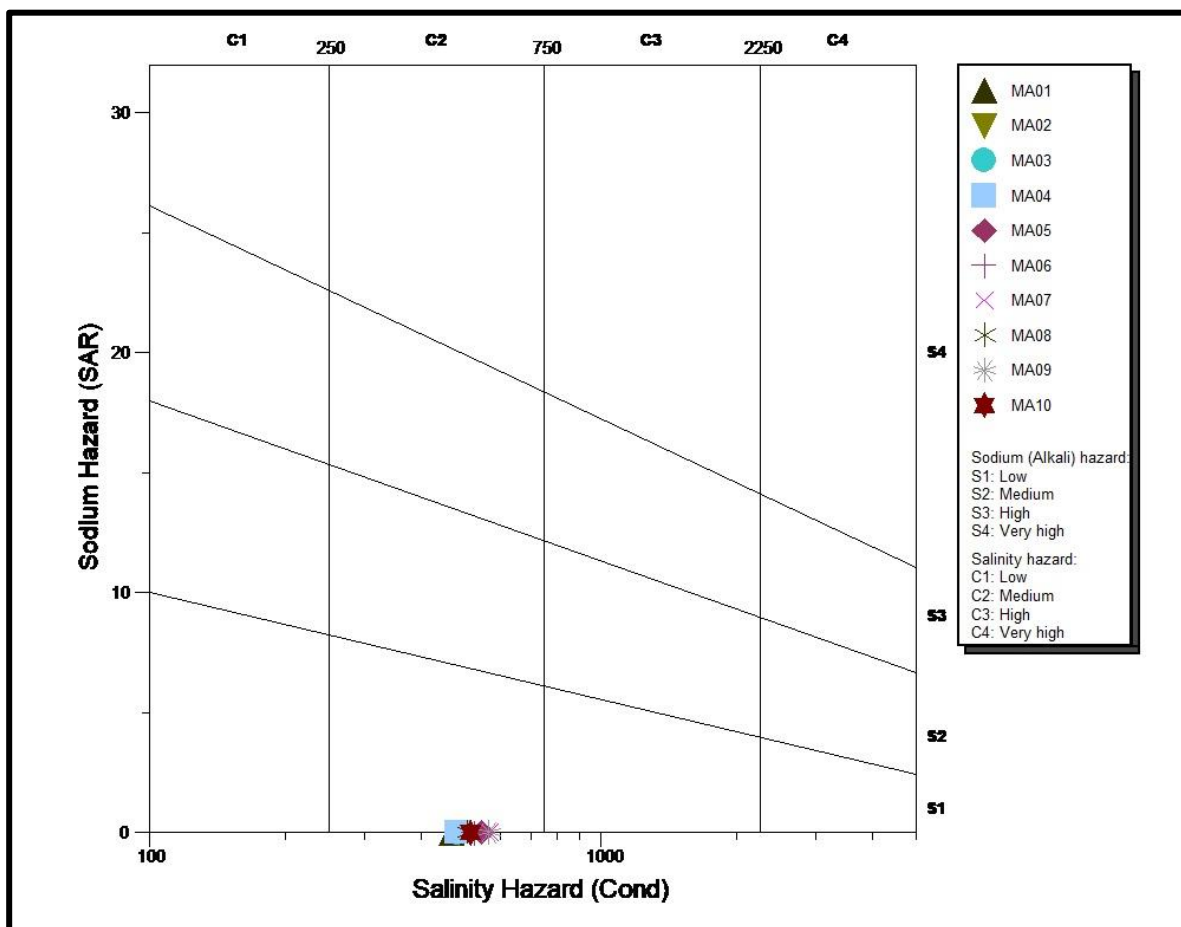
Nilai Mg<sup>2+</sup> = 0,15 meq/L

$$\begin{aligned}
 \text{SAR} &= \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{(\text{Ca} + \text{Mg})}{2}}} \\
 &= \frac{0,01}{\sqrt{\frac{(3,07 + 0,15)}{2}}} \\
 &= 0,010
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diberikan penjelasan bahwa nilai SAR tertinggi terdapat pada MA – 04 dengan nilai 0,020 dan nilai SAR terendah terdapat pada MA – 09 dan MA – 10 dengan nilai 0,007. Rentang nilai SAR berada pada nilai 0,007 – 0,020, hal ini dikarenakan perbedaan nilai kandungan ion-ion dalam air yang meliputi Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, dan Mg<sup>2+</sup>

pada tiap-tiap mata air. Penggunaan air dengan nilai SAR tinggi akan memudahkan rusaknya struktur fisik tanah, karena tanah menjadi keras dan kompak serta tanah menjadi kedap terhadap infiltrasi air (Maria et al., 2018).

Berdasarkan hasil perhitungan nilai SAR dan nilai  $DHL_{25^{\circ}C}$  dapat ditentukan nilai kualitas air. Nilai kualitas air ini diklasifikasikan untuk keperluan air irigasi. Klasifikasi air untuk irigasi ditentukan menggunakan grafik klasifikasi air untuk irigasi dengan memperhatikan nilai SAR sebagai acuan potensi bahaya alkalinitas dan nilai  $DHL_{25^{\circ}C}$  sebagai acuan potensi bahaya salinitas. Pemetaan kualitas air untuk irigasi dengan grafik klasifikasi air untuk irigasi dilakukan dengan menggunakan paket program komputer *AquaChem 2011.1* yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik klasifikasi air untuk irigasi

Berdasarkan Gambar 4.1 di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai potensi bahaya salinitas dan nilai potensi bahaya alkalinitas 10 mata air berada pada kelas C2 – S1. Nilai potensi bahaya salinitas di lokasi penelitian berada di antara nilai 490  $\mu S/cm$  – 596  $\mu S/cm$  dengan rentang nilai 250  $\mu S/cm$  – 750  $\mu S/cm$  yang diklasifikasikan ke dalam kelas C2. Nilai potensi bahaya alkalinitas berada di antara nilai 0,020 – 0,007 dengan rentang nilai 0 – 10 yang



diklasifikasi ke dalam kelas S1. Sehingga klasifikasi kualitas air untuk irigasi pada kelas C2 – S1 menunjukkan potensi bahaya salinitas sedang dan potensi bahaya alkalinitas rendah. Klasifikasi nilai kualitas air untuk irigasi dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5

Nilai Klasifikasi Air untuk Irigasi

Kode	Nilai			
	SAR	Kelas Alkalinitas	DHL $\mu\text{S}/\text{cm}$	Kelas Salinitas
MA – 01	0,009	S1	467	C2
MA – 02	0,010	S1	485	C2
MA – 03	0,010	S1	481	C2
MA – 04	0,020	S1	482	C2
MA – 05	0,016	S1	546	C2
MA – 06	0,010	S1	524	C2
MA – 07	0,010	S1	566	C2
MA – 08	0,014	S1	507	C2
MA – 09	0,007	S1	564	C2
MA – 10	0,007	S1	515	C2

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas nilai potensi bahaya alkalinitas 10 mata air berada pada kelas S1 yang menunjukkan nilai potensi bahaya alkalinitas rendah dan nilai potensi bahaya salinitas 10 mata air berada pada kelas C2 yang menunjukkan nilai potensi bahaya salinitas sedang. Nilai potensi bahaya alkalinitas dan potensi bahaya salinitas air sangat berpengaruh, baik terhadap sifat fisik tanah dan terhadap tanaman. Tanah dengan nilai alkalinitas tinggi akan menyebabkan tanah menjadi keras dan kedap air sehingga proses infiltrasi menjadi kecil. Sedangkan air dengan tingkat salinitas tinggi akan menyebabkan akar tanaman sulit menyerap air. Nilai DHL dan SAR yang berada pada kelas C2 – S1 juga terdapat di Mata Air Sodong di Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor dengan rentang nilai DHL  $366 \mu\text{S}/\text{cm}$  –  $446 \mu\text{S}/\text{cm}$  dan nilai SAR 0,03 – 0,04 (Maria dkk, 2018). Nilai DHL dan SAR yang berada pada kelas C2 – S1 juga dimiliki oleh mata air di wilayah karst Goa Pindul, dimana nilai DHL memiliki rentang nilai  $585 \mu\text{S}/\text{cm}$  –  $684 \mu\text{S}/\text{cm}$  dan nilai SAR 0,47 – 0,62 (Cahyadi, 2016). Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai kualitas air untuk irigasi di daerah karst dengan penyusun utama  $\text{Ca}^{2+}$  memiliki kelas nilai yang sama.

#### 4.1.3 Data Kontinuitas Mata Air

Data kuantitas mata air ini diperoleh dengan cara melakukan wawancara kepada penduduk di sekitar lokasi mata air. Hasil wawancara terhadap warga di sekitar mata air ditunjukkan dalam **Lampiran IV**. Klasifikasi kelas kontinuitas mata air ini ditunjukkan dalam Tabel 3.2 dan data kontinuitas aliran ditunjukkan dalam Tabel 4.6.

Tabel 4.6  
Data Kontinuitas Aliran Mata Air

Kode	Ketersediaan Debit	Klasifikasi	Keterangan
MA – 01	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA – 02	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 03	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 04	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 05	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 06	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 07	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 08	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA - 09	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan
MA – 10	Tersedia sepanjang musim	Musiman	Mengalir sepanjang tahun, berkurang bila musim kemarau panjang, dipengaruhi musim dan curah hujan

Berdasarkan Tabel 4.6 di atas dapat ditunjukkan bahwa MA – 01 sampai MA – 10 memiliki kondisi kontinuitas yang mengalir sepanjang tahun, namun berkurang bila musim kemarau panjang atau dipengaruhi oleh musim dan curah hujan sehingga debit yang tersedia fluktuatif (Aditya, 2015). Hal ini didukung dengan data debit MA – 01 sampai MA – 10 yang ditunjukkan dalam Tabel 4.1, ke-10 mata air memiliki nilai debit maksimum yang besar saat musim penghujan namun ketika musim kemarau nilai debit berkurang. Hal tersebut berdasarkan selisih debit yang terjadi ketika musim penghujan ( $Q$  maksimum) dan musim kemarau ( $Q$  minimum). Contoh pada MA – 04 memiliki debit maksimum 1134 liter/detik namun nilai debit minimum 580 liter/detik yang berarti terjadi selisih debit sebesar 554

liter/detik atau mengalami penurunan hampir 2 kali lipat dari debit maksimum. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi sifat aliran mata air tergantung oleh musim. Fluktuasi debit berpengaruh terhadap kontinuitas aliran yang selanjutnya akan mempengaruhi produktivitas pertanian (Maria et al., 2018). Selain itu ketersediaan debit juga berpengaruh terhadap pemanfaatan sumber mata air untuk kebutuhan domestik (Priyana & Hakim, 2001).

## 4.2 Prioritas Pengembangan Mata Air

Prioritas pengembangan mata air ini bertujuan untuk meranking nilai mata air yang paling tinggi ke nilai yang paling rendah sebagai acuan prioritas pengembangan. Skala prioritas ini menggunakan pemodelan ANP sebagai metode pengambilan keputusan. Pemodelan ANP dilakukan dengan menggunakan paket program komputer *Super Decisions version 2.10*.

### 4.2.1 Penentuan Alternatif, Kriteria, dan Subkriteria

Penentuan alternatif (*Alternatives*), kriteria (*Cluster*), dan subkriteria (*node*) bertujuan untuk mengelompokkan kelas-kelas penilaian. Alternatif sebagai tujuan dari prioritas, kriteria sebagai parameter yang dinilai, dan subkriteria merupakan nilai dari kriteria itu sendiri. Penentuan nilai alternatif, kriteria, dan subkriteria ditunjukkan dalam Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7

Pengelompokan Alternatif, Kriteria, dan Sub Kriteria.

No	Kriteria	Sub Kriteria
1	Alternatif	Sumber Ngerong (MA - 01)
		Sumber Beron (MA - 02)
		Sumber Jadi (MA - 03)
		Sumber Bektiharjo (MA - 04)
		Sumber Mejiret (MA - 05)
		Sumber Kerawak (MA - 06)
		Sumber Lanang (MA - 07)
		Sumber Srunggo (MA - 08)
		Sumber Ngajaran (MA - 09)
		Sumber Bangkok (MA - 10)
2	Kuantitas	Kelas 1
		Kelas 2
		Kelas 3
		Kelas 4
		Kelas 5
		Kelas 6
		Kelas 7
		Kelas 8

Lanjutan Tabel 4.7

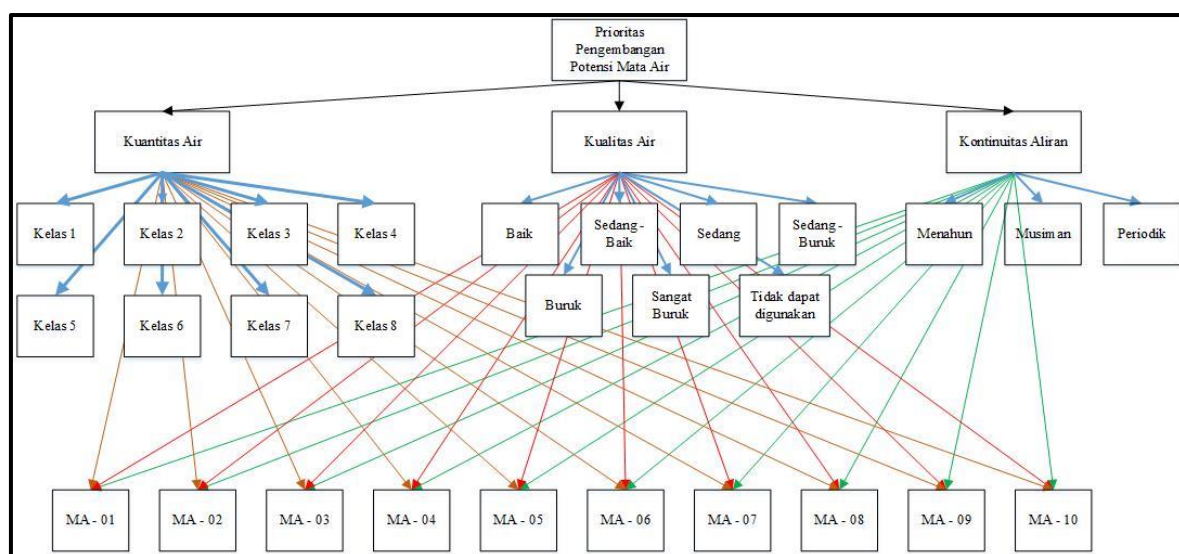
Pengelompokan Alternatif, Kriteria, dan Sub Kriteria.

No	Kriteria	Sub Kriteria
3	Kualitas	Baik Sedang – Baik Sedang Sedang – Buruk Buruk Sangat Buruk Tidak dapat digunakan.
4	Kontinuitas	MEN MUS PER

Berdasarkan Tabel 4.7 dapat diberikan penjelasan kriteria alternatif dengan sub kriteria mata air diberikan kode MA 01 – MA 10. Kemudian kriteria kuantitas diberikan kode sub kriteria Kelas 1 – Kelas 8 sesuai dengan tingkatan debit. Selanjutnya kriteria kualitas diberikan kode sub kriteria Baik – Tidak dapat digunakan sesuai dengan kelas kualitas air untuk irigasi dan kriteria kontinuitas diberikan kode sub kriteria MEN untuk kondisi sifat aliran menahun, MUS untuk kondisi sifat aliran musiman, dan PER untuk sifat aliran periodik.

#### 4.2.2 Penentuan Struktur Jaringan ANP

Struktur jaringan ANP merupakan hubungan antar kriteria dan sub kriteria yang berfungsi menentukan pengaruh atau ketergantungan. Penentuan struktur jaringan ANP ini berdasarkan pengelompokan dari alternatif, kriteria, dan sub kriteria seperti ditunjukkan dalam Tabel 4.7. Berdasarkan hasil pengelompokan maka dibuat struktur jaringan yang ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Struktur Jaringan ANP

Berdasarkan gambar di atas, nilai alternatif dan kriteria saling memiliki pengaruh dikarenakan nilai dari alternatif dan kriteria (kuantitas, kualitas, dan kontinuitas) memiliki pengaruh dalam menentukan nilai prioritas dalam pengembangan mata air. Parameter kriteria kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran memiliki ketergantungan dengan nilai sub kriteria masing-masing.

#### 4.2.3 Pembobotan Sub Kriteria dan Perhitungan Matriks dengan Debit Maksimum

Pembobotan tiap sub kriteria ditunjukkan pada Tabel 3.5. Dari hasil pembobotan tersebut kemudian dilakukan perhitungan matriks berpasangan yang bertujuan untuk menentukan nilai uji konsistensi. Perhitungan matriks berpasangan dan penentuan nilai uji konsistensi menggunakan program paket komputer *Super Decisions version 2.10*. Nilai dari perbandingan matriks berpasangan antar alternatif MA – 03 dan kriteria kuantitas debit maksimum ditunjukkan dalam Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Debit maksimum

Berdasarkan Gambar 4.3 bahwa MA – 03 memiliki debit pada Kelas 3 sehingga nilai pembobotan pada Kelas 3 diberikan nilai 7. Nilai Kelas 3 pada cluster kuantitas lebih dominan dibandingkan nilai Kelas lain dikarenakan MA – 03 memiliki debit 135 liter/detik yang berada di klasifikasi Kelas 3 dengan kisaran nilai debit 100 – 1000 liter/detik. Contoh perhitungan matriks secara manual yang ditunjukkan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8

Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 terhadap Debit Maksimum

	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5	Kelas 6	Kelas 7	Kelas 8
Kelas 1	1,00	2,00	0,14	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 2	0,50	1,00	0,14	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 3	7,00	7,00	1,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Kelas 4	0,50	0,50	0,14	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 5	0,50	0,50	0,14	0,50	1,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 6	0,50	0,50	0,14	0,50	0,50	1,00	2,00	2,00
Kelas 7	0,50	0,50	0,14	0,50	0,50	0,50	1,00	2,00
Kelas 8	0,50	0,50	0,14	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00

Berdasarkan Tabel 4.8 di atas dapat dilakukan perhitungan nilai vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimal, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-1} &= 1,00 + 0,50 + 7,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 11,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-2} &= 2,00 + 1,00 + 7,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 12,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-3} &= 0,14 + 0,14 + 1,00 + 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14 + 0,14 \\ &= 2,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-4} &= 2,00 + 2,00 + 7,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 14,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-5} &= 2,00 + 2,00 + 7,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 15,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-6} &= 2,00 + 2,00 + 7,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 \\ &= 17,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-7} &= 2,00 + 2,00 + 7,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 \\ &= 18,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-8} &= 2,00 + 2,00 + 7,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 \\ &= 20,00\end{aligned}$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-1} = \frac{\left(\frac{1}{11} + \frac{2}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{2}{14} + \frac{2}{15,5} + \frac{2}{17} + \frac{2}{18} + \frac{2}{20}\right)}{8}$$

$$= 0,11$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{\left(\frac{0,5}{11} + \frac{1}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{2}{14} + \frac{2}{15,5} + \frac{2}{17} + \frac{2}{18} + \frac{2}{20}\right)}{8}$$

$$= 0,10$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-3} = \frac{(\frac{7}{11} + \frac{7}{12,5} + \frac{1}{2} + \frac{7}{14} + \frac{7}{15,5} + \frac{7}{17} + \frac{7}{18} + \frac{7}{20})}{8}$$

$$= 0,47$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-4} = \frac{(\frac{0,5}{11} + \frac{0,5}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{1}{14} + \frac{2}{15,5} + \frac{2}{17} + \frac{2}{18} + \frac{2}{20})}{8}$$

$$= 0,09$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-5} = \frac{(\frac{0,5}{11} + \frac{0,5}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{0,5}{14} + \frac{1}{15,5} + \frac{2}{17} + \frac{2}{18} + \frac{2}{20})}{8}$$

$$= 0,07$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-6} = \frac{(\frac{0,5}{11} + \frac{0,5}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{0,5}{14} + \frac{0,5}{15,5} + \frac{1}{17} + \frac{2}{18} + \frac{2}{20})}{8}$$

$$= 0,06$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-7} = \frac{(\frac{0,5}{11} + \frac{0,5}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{0,5}{14} + \frac{0,5}{15,5} + \frac{0,5}{17} + \frac{1}{18} + \frac{2}{20})}{8}$$

$$= 0,05$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-8} = \frac{(\frac{0,5}{11} + \frac{0,5}{12,5} + \frac{0,14}{2} + \frac{0,5}{14} + \frac{0,5}{15,5} + \frac{0,5}{17} + \frac{0,5}{18} + \frac{1}{20})}{8}$$

$$= 0,04$$

$$\text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} = 11 \times 0,11 + 12,5 \times 0,10 + 2 \times 0,47 + 14 \times 0,09 + 15,5 \times 0,07 + 17 \times 0,06 + 18,5 \times 0,05 + 20 \times 0,04$$

$$= 8,60$$

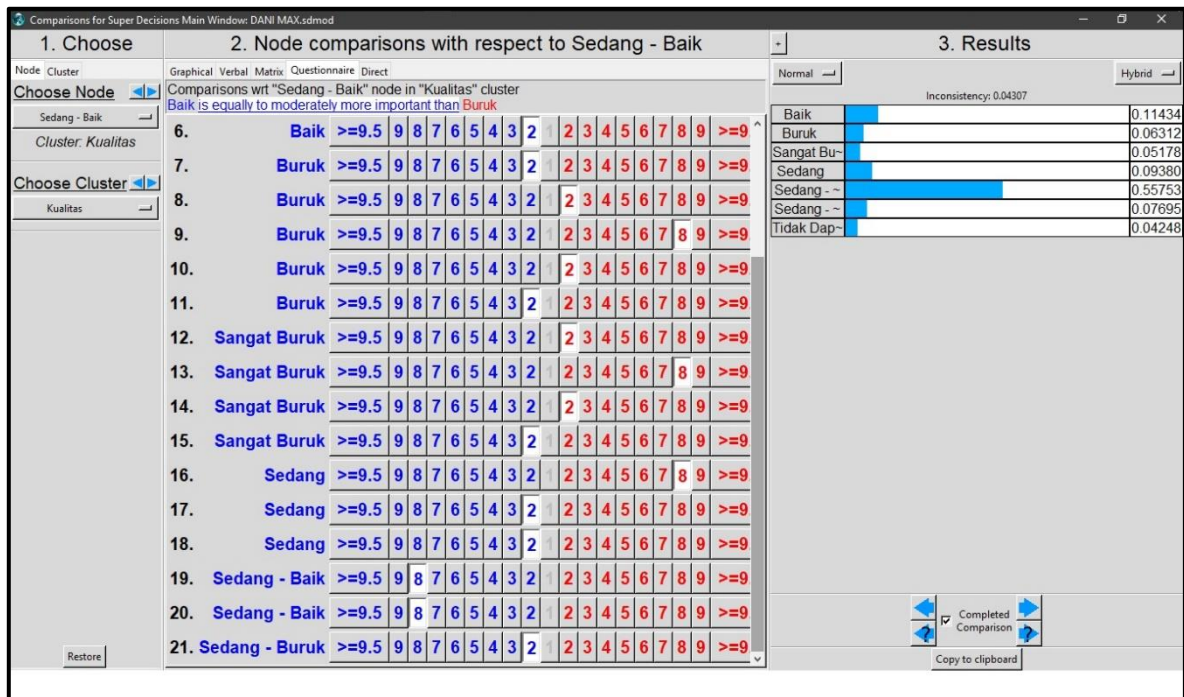
$$\text{Indeks Konsistensi} = \frac{8,60 - 8}{8 - 1}$$

$$= 0,09$$

$$\text{Rasio Konsistensi} = \frac{0,09}{1,41}$$

$$= 0,06$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0,06 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kuantitas maksimum konsisten. Kemudian untuk perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kualitas Air ditunjukkan dalam Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kualitas air

Berdasarkan Gambar 4.4 di atas nilai kualitas air MA – 03 berada pada Kelas 2 (Sedang – Baik) dengan nilai C2 – S1 yang berarti nilai potensi bahaya salinitas sedang dan nilai potensi bahaya alkalinitas rendah. Nilai Kelas 2 (Sedang – Baik) lebih dominan dibandingkan dengan kelas lainnya. Contoh perhitungan matriks secara manual ditunjukkan dalam Tabel 4.9.

Tabel 4.9  
Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Kualitas Air

	Baik	Sedang-Baik	Sedang	Sedang-Buruk	Buruk	Sangat Buruk	Tidak bisa digunakan
Baik	1,00	0,13	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sedang – Baik	8,00	1,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Sedang	0,50	0,13	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sedang-Buruk	0,50	0,13	0,50	1,00	2,00	2,00	2,00
Buruk	0,50	0,13	0,50	0,50	1,00	2,00	2,00
Sangat Buruk	0,50	0,13	0,50	0,50	0,50	1,00	2,00
Tidak bisa digunakan	0,50	0,13	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00

Berdasarkan Tabel 4.9 di atas dilakukan perhitungan vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:



$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-1} &= 1,00 + 8,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 11,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-2} &= 0,13 + 1,00 + 0,13 + 0,13 + 0,13 + 0,13 + 0,13 \\ &= 1,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-3} &= 2,00 + 8,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 13,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-4} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 14,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-5} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 \\ &= 16,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-6} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 \\ &= 17,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-7} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 \\ &= 19,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-1} &= \frac{(\frac{1}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{2}{13} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{7} \\ &= 0,11\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-2} &= \frac{(\frac{8}{11,5} + \frac{1}{1,75} + \frac{8}{13} + \frac{8}{14,5} + \frac{8}{16} + \frac{8}{17,5} + \frac{8}{19})}{7} \\ &= 0,54\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-3} &= \frac{(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{1}{13} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{7} \\ &= 0,10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-4} &= \frac{(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{1}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{7} \\ &= 0,08\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-5} &= \frac{(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{1}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{7} \\ &= 0,07\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-6} &= \frac{(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{0,5}{16} + \frac{1}{17,5} + \frac{2}{19})}{7} \\ &= 0,05\end{aligned}$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-7} = \frac{\left(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{0,5}{16} + \frac{0,5}{17,5} + \frac{1}{19}\right)}{7}$$

$$= 0,04$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 11,5 \times 0,11 + 1,75 \times 0,54 + 13 \times 0,10 + 14,5 \times 0,08 + \\ &16 \times 0,07 + 17,5 \times 0,05 + 19 \times 0,04 \\ &= 7,53 \end{aligned}$$

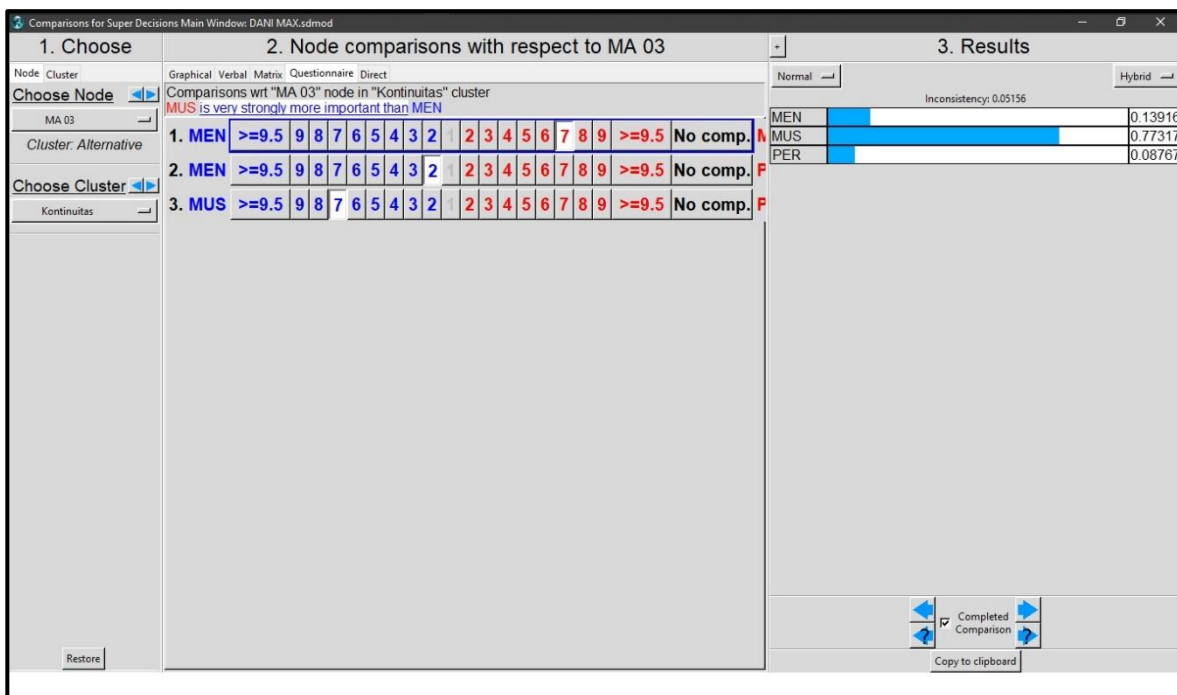
$$\text{Indeks Konsistensi} = \frac{7,53 - 7}{7 - 1}$$

$$= 0,09$$

$$\text{Rasio Konsistensi} = \frac{0,09}{1,32}$$

$$= 0,07$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0,07 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kuantitas konsisten atau data dapat diterima. Nilai perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kontinuitas Aliran ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kontinuitas Aliran

Berdasarkan Gambar 4.5 di atas dapat ditunjukkan bahwa MA – 03 memiliki kondisi kontinuitas aliran yang bersifat musiman dikarenakan debit pada mata air mengalami penurunan pada saat musim kemarau, sehingga nilai bobot yang diberikan adalah 7 dan lebih dominan dibandingkan dengan sub kriteria lain dalam kriteria kontinuitas. Perhitungan

matriks perbandingan secara manual dapat diberikan contoh yang ditunjukkan dalam Tabel 4.10.

Tabel 4.10

Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 terhadap Kontinuitas Aliran

	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Kelas 1	1,00	0,14	2,00
Kelas 2	7,00	1,00	7,00
Kelas 3	0,50	0,14	1,00

Berdasarkan Tabel 4.10 di atas dapat dilakukan perhitungan vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pada baris ke-1} = 1,00 + 7,00 + 0,50 = 8,50$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-2} = 0,14 + 1,00 + 0,14 = 1,29$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-3} = 2,00 + 7,00 + 1,00 = 10,00$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-1} = \frac{\left(\frac{1}{8,5} + \frac{0,14}{1,29} + \frac{2}{10}\right)}{3} = 0,14$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{\left(\frac{7}{8,5} + \frac{1}{1,29} + \frac{7}{10}\right)}{3} = 0,77$$

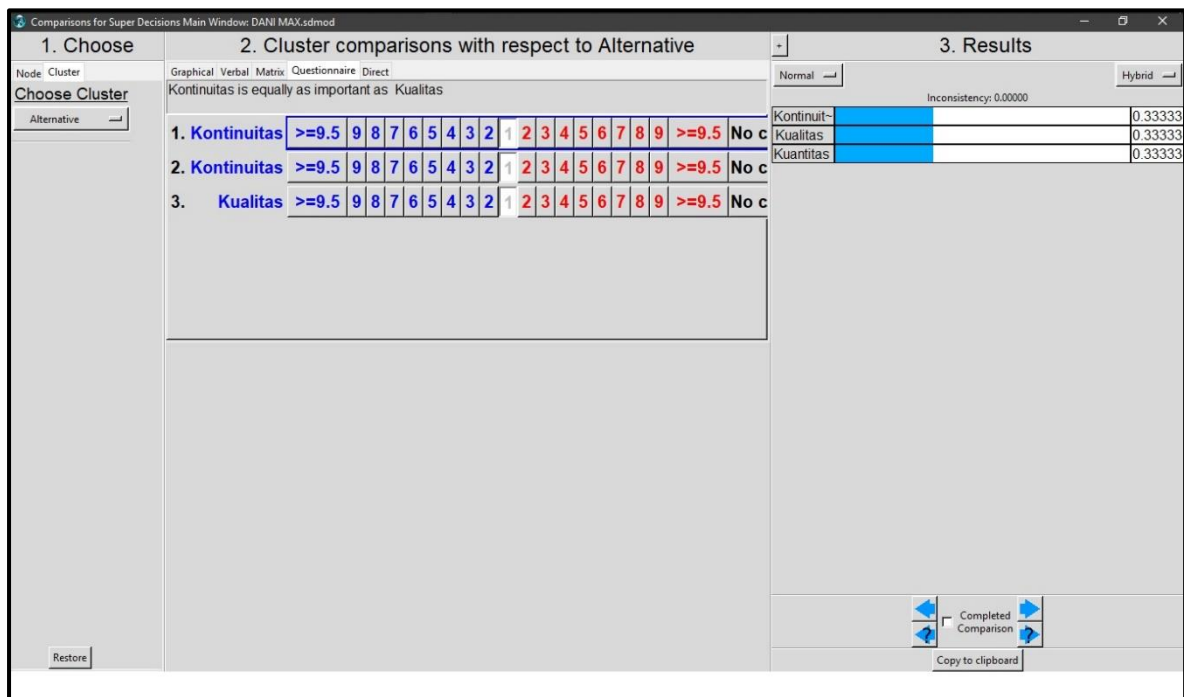
$$\text{Vektor Prioritas baris ke-3} = \frac{\left(\frac{0,5}{8,5} + \frac{0,14}{1,29} + \frac{1}{10}\right)}{3} = 0,09$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 8,50 \times 0,14 + 1,29 \times 0,77 + 10,00 \times 0,09 \\ &= 3,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Konsistensi} &= \frac{3,10 - 3}{3 - 1} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio Konsistensi} &= \frac{0,05}{0,58} \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0,09 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kontinuitas aliran konsisten atau data dapat diterima. Nilai perbandingan Alternatif MA – 03 antar Kriteria ditunjukkan dalam Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria

Berdasarkan Gambar 4.6 di atas bahwa nilai semua parameter memiliki tingkat kepentingan yang sama, sehingga diberikan bobot 1 (Sembodo & Cahyadi, 2015). Parameter kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran memiliki nilai sama penting untuk irigasi. Berdasarkan Gambar 4.6 diberikan contoh perhitungan matriks perbandingan secara manual yang ditunjukkan dalam Tabel 4.11.

Tabel 4.11

Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria

	Kuantitas	Kualitas	Kontinuitas
Kuantitas	1,00	1,00	1,00
Kualitas	1,00	1,00	1,00
Kontinuitas	1,00	1,00	1,00

Berdasarkan Tabel 4.11 di atas dapat dilakukan perhitungan vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pada baris ke-1} = 1,00 + 1,00 + 1,00 = 3,00$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-2} = 1,00 + 1,00 + 1,00 = 3,00$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-3} = 1,00 + 1,00 + 1,00 = 3,00$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-1} = \frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)}{3} = 0,33$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)}{3} = 0,33$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-3} = \frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)}{3} = 0,33$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 3,00 \times 0,33 + 3,00 \times 0,33 + 3,00 \times 0,33 \\ &= 3\end{aligned}$$

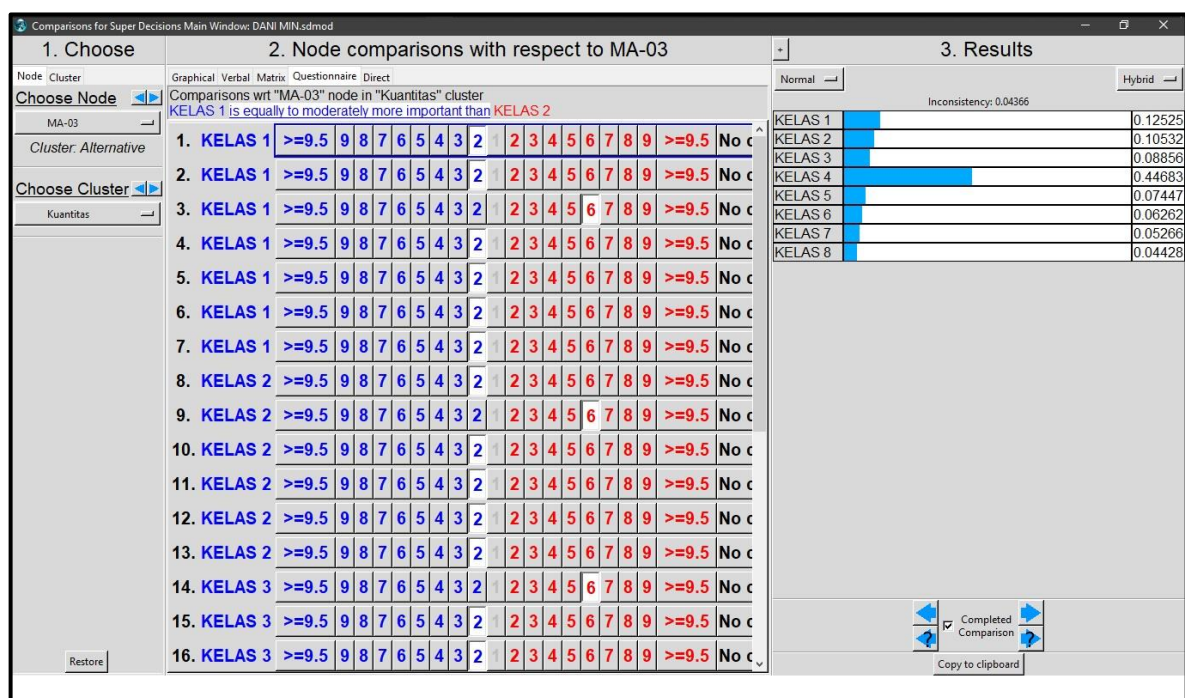
$$\begin{aligned}\text{Indeks Konsistensi} &= \frac{3-3}{3-1} \\ &= 0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rasio Konsistensi} &= \frac{0}{0,58} \\ &= 0\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kriteria konsisten atau data diterima. Nilai konsistensi dari semua matriks perbandingan MA – 03 terhadap tiap cluster adalah < 0,1. Nilai-nilai yang diterima tersebut menunjukkan bahwa nilai pembobotan tidak terlalu jauh.

#### 4.2.4 Pembobotan Sub Kriteria dan Perhitungan Matriks dengan Debit Minimum

Pembobotan sub kriteria dan perhitungan matriks berpasangan dilakukan menggunakan nilai debit minimum dengan MA – 03 sebagai contoh. Hal ini bertujuan sebagai perbandingan hasil pemodelan ANP terhadap nilai debit maksimum. Nilai matriks berpasangan terhadap debit minimum ditunjukkan dalam Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Debit minimum

Berdasarkan Gambar 4.7 di atas dapat ditunjukkan bahwa MA – 03 memiliki kuantitas pada Kelas 4 atau berada pada nilai 10 liter/detik – 100 liter/detik. Nilai Kelas 4 begitu dominan terhadap kelas lain di MA – 03. Pemberian bobot nilai 6 dikarenakan kelas debit MA – 03 berada pada Kelas 4 klasifikasi kuantitas air (Todd & Mays, 2006, p.68). Contoh perhitungan matriks secara manual yang ditunjukkan dalam Tabel 4.12.

Tabel 4.12

Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 terhadap Nilai Debit Minimum

	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5	Kelas 6	Kelas 7	Kelas 8
Kelas 1	1,00	2,00	2,00	0,17	2,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 2	0,50	1,00	2,00	0,17	2,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 3	0,50	0,50	1,00	0,17	2,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 4	6,00	6,00	6,00	1,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Kelas 5	0,50	0,50	0,50	0,17	1,00	2,00	2,00	2,00
Kelas 6	0,50	0,50	0,50	0,17	0,50	1,00	2,00	2,00
Kelas 7	0,50	0,50	0,50	0,17	0,50	0,50	1,00	2,00
Kelas 8	0,50	0,50	0,50	0,17	0,50	0,50	0,50	1,00

Berdasarkan Tabel 4.12 di atas dapat dilakukan perhitungan nilai vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-1} &= 1,00 + 0,50 + 0,50 + 6,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 10,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-2} &= 2,00 + 1,00 + 0,50 + 6,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 11,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-3} &= 2,00 + 2,00 + 1,00 + 6,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 13,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-4} &= 0,17 + 0,17 + 0,17 + 1,00 + 0,17 + 0,17 + 0,17 + 0,17 \\ &= 2,17\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-5} &= 2,00 + 2,00 + 2,00 + 6,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 14,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-6} &= 2,00 + 2,00 + 2,00 + 6,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 \\ &= 16,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-7} &= 2,00 + 2,00 + 2,00 + 6,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 \\ &= 17,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-8} &= 2,00 + 2,00 + 2,00 + 6,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 \\ &= 19,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vektor Prioritas baris ke-1} &= \frac{\left(\frac{1}{10} + \frac{2}{11,5} + \frac{2}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19}\right)}{8} = 0,12\end{aligned}$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{(\frac{0,5}{10} + \frac{1}{11,5} + \frac{2}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{8} = 0,11$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-3} = \frac{(\frac{0,5}{10} + \frac{0,5}{11,5} + \frac{1}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{8} = 0,09$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-4} = \frac{(\frac{6}{10} + \frac{6}{11,5} + \frac{6}{13} + \frac{1}{2,17} + \frac{6}{14,5} + \frac{6}{16} + \frac{6}{17,5} + \frac{6}{19})}{8} = 0,44$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-5} = \frac{(\frac{0,5}{10} + \frac{0,5}{11,5} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{1}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{8} = 0,08$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-6} = \frac{(\frac{0,5}{10} + \frac{0,5}{11,5} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{1}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19})}{8} = 0,07$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-7} = \frac{(\frac{0,5}{10} + \frac{0,5}{11,5} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{0,5}{16} + \frac{1}{17,5} + \frac{2}{19})}{8} = 0,05$$

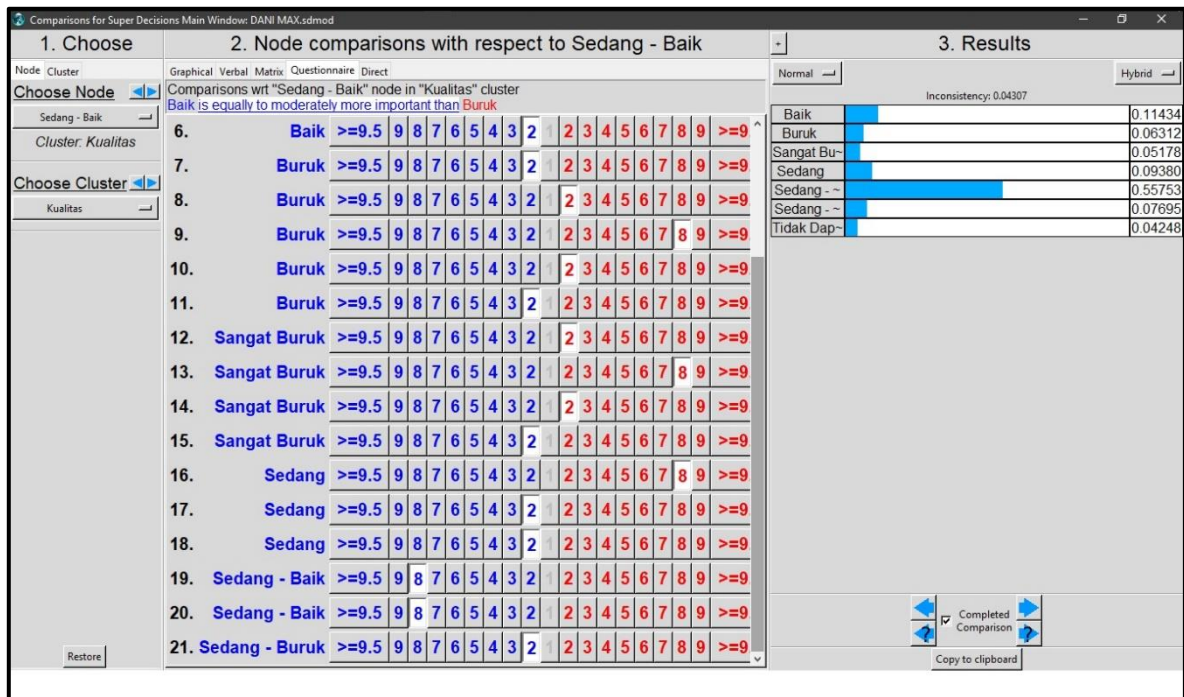
$$\text{Vektor Prioritas baris ke-8} = \frac{(\frac{0,5}{10} + \frac{0,5}{11,5} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,17}{2,17} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{0,5}{16} + \frac{0,5}{17,5} + \frac{1}{19})}{8} = 0,04$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 10 \times 0,12 + 11,5 \times 0,11 + 13 \times 0,09 + 2,17 \times 0,44 \\ &\quad + 14,5 \times 0,08 + 16 \times 0,07 + 17,5 \times 0,05 + 19 \times 0,04 \\ &= 8,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Konsistensi} &= \frac{8,57 - 8}{8 - 1} \\ &= 0,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio Konsistensi} &= \frac{0,08}{1,41} \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0,06 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kuantitas minimum konsisten atau dapat diterima. Nilai perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kualitas Air ditunjukkan dalam Gambar 4.8



Gambar 4.8 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kualitas air

Berdasarkan Gambar 4.8 di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai kualitas air dari MA - 03 berada pada Kelas 2 (C2 – S1) dengan penjelasan bahwa potensi bahaya salinitas sedang dan nilai potensi bahaya alkalinitas rendah. Nilai tersebut diketahui berdasarkan hasil perhitungan DHL<sub>25</sub> dan SAR. Contoh perhitungan matriks secara manual yang ditunjukkan dalam Tabel 4.13.

Tabel 4.13

Matriks Perbandingan Berpasangan MA – 03 Terhadap Kualitas Air

	Baik	Sedang – Baik	Sedang	Sedang – Buruk	Buruk	Sedang-Buruk	Tidak dapat digunakan
Baik	1,00	0,13	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sedang – Baik	8,00	1,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Sedang	0,50	0,13	1,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Sedang - Buruk	0,50	0,13	0,50	1,00	2,00	2,00	2,00
Buruk	0,50	0,13	0,50	0,50	1,00	2,00	2,00
Sangat Buruk	0,50	0,13	0,50	0,50	0,50	1,00	2,00
Tidak dapat digunakan	0,50	0,13	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00



Dari Tabel 4.13 di atas dapat dilakukan perhitungan vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-1} &= 1,00 + 8,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 11,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-2} &= 0,13 + 1,00 + 0,13 + 0,13 + 0,13 + 0,13 + 0,13 \\ &= 1,75\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-3} &= 2,00 + 8,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 13,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-4} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 + 0,50 \\ &= 14,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-5} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 + 0,50 \\ &= 16,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-6} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 + 0,50 \\ &= 17,50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah pada baris ke-7} &= 2,00 + 8,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 2,00 + 1,00 \\ &= 19,00\end{aligned}$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-1} = \frac{\left(\frac{1}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{2}{13} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19}\right)}{7} = 0,11$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{\left(\frac{8}{11,5} + \frac{1}{1,75} + \frac{8}{13} + \frac{8}{14,5} + \frac{8}{16} + \frac{8}{17,5} + \frac{8}{19}\right)}{7} = 0,54$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-3} = \frac{\left(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{1}{13} + \frac{2}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19}\right)}{7} = 0,10$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-4} = \frac{\left(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{1}{14,5} + \frac{2}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19}\right)}{7} = 0,08$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-5} = \frac{\left(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{1}{16} + \frac{2}{17,5} + \frac{2}{19}\right)}{7} = 0,07$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-6} = \frac{\left(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{0,5}{16} + \frac{1}{17,5} + \frac{2}{19}\right)}{7} = 0,05$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-7} = \frac{\left(\frac{0,5}{11,5} + \frac{0,13}{1,75} + \frac{0,5}{13} + \frac{0,5}{14,5} + \frac{0,5}{16} + \frac{0,5}{17,5} + \frac{1}{19}\right)}{7} = 0,04$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 11,5 \times 0,11 + 1,75 \times 0,54 + 13 \times 0,10 + 14,5 \times 0,08 + \\ &\quad 16 \times 0,07 + 17,5 \times 0,05 + 19 \times 0,04\end{aligned}$$

$$= 7,53$$

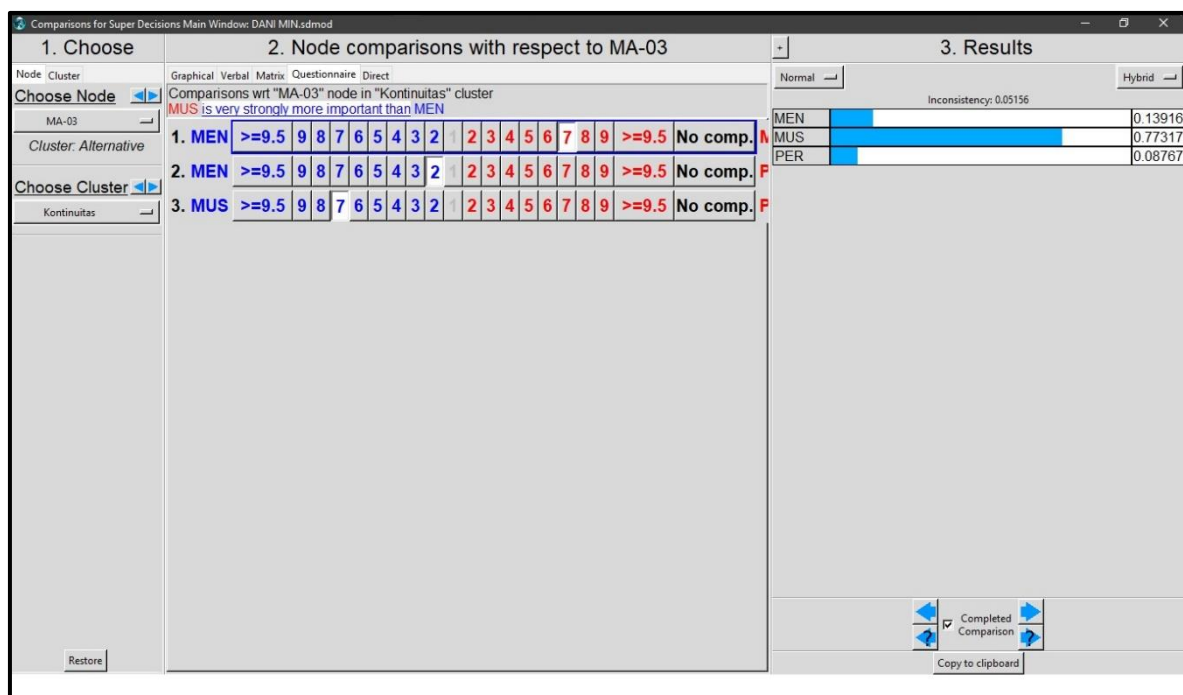
$$\text{Indeks Konsistensi} = \frac{7,53 - 7}{7 - 1}$$

$$= 0,09$$

$$\text{Rasio Konsistensi} = \frac{0,09}{1,32}$$

$$= 0,07$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0,07 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kuantitas konsisten atau data dapat diterima. Nilai perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kontinuitas Aliran ditunjukkan dalam Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kontinuitas Aliran.

Berdasarkan Gambar 4.9 di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai kontinuitas aliran di MA – 03 bersifat mengalir sepanjang tahun, namun berkurang jika terjadi musim kemarau panjang. Hal ini juga dibuktikan dengan debit MA – 03 pada musim penghujan memiliki debit maksimal 135 liter/detik sedangkan pada musim kemarau memiliki debit minimum 80 liter/detik. Contoh perhitungan matriks perbandingan secara manual ditunjukkan dalam Tabel 4.14.

Tabel 4.14

Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif MA – 03 terhadap Kontinuitas Aliran

	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Kelas 1	1,00	0,14	2,00
Kelas 2	7,00	1,00	7,00
Kelas 3	0,50	0,14	1,00

Berdasarkan Tabel 4.14 di atas dapat dilakukan perhitungan vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pada baris ke-1} = 1,00 + 7,00 + 0,50 = 8,50$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-2} = 0,14 + 1,00 + 0,14 = 1,29$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-3} = 2,00 + 7,00 + 1,00 = 10,00$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-1} = \frac{\left(\frac{1}{8,5} + \frac{0,14}{1,29} + \frac{2}{10}\right)}{3} = 0,14$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{\left(\frac{7}{8,5} + \frac{1}{1,29} + \frac{7}{10}\right)}{3} = 0,77$$

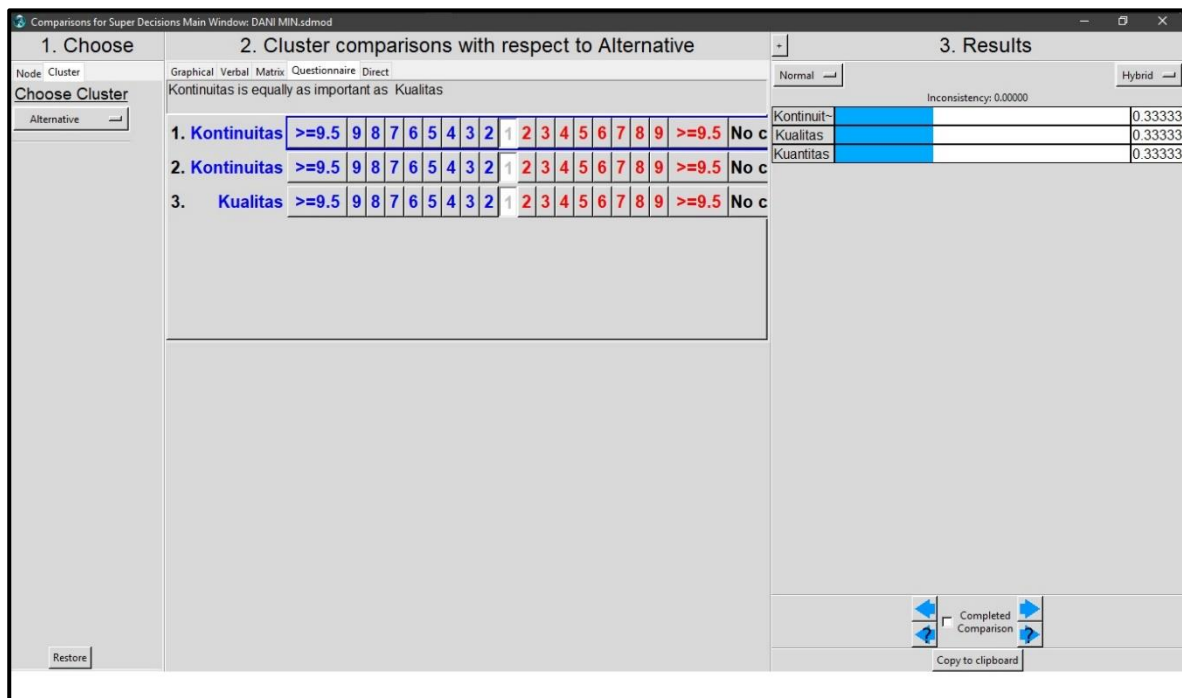
$$\text{Vektor Prioritas baris ke-3} = \frac{\left(\frac{0,5}{8,5} + \frac{0,14}{1,29} + \frac{1}{10}\right)}{3} = 0,09$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 8,50 \times 0,14 + 1,29 \times 0,77 + 10,00 \times 0,09 \\ &= 3,10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Indeks Konsistensi} &= \frac{3,10 - 3}{3 - 1} \\ &= 0,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio Konsistensi} &= \frac{0,05}{0,58} \\ &= 0,09 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0,09 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kontinuitas aliran konsisten. Nilai untuk perbandingan Alternatif MA – 03 antar Kriteria ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Matriks perbandingan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria Kontinuitas

Berdasarkan Gambar 4.10 di atas dapat ditunjukkan bahwa nilai dari kuantitas air, kualitas air, dan kontinuitas aliran memiliki tingkat kepentingan yang sama untuk air irigasi. Bobot yang diberikan sebesar 1 yang berarti nilai dari suatu elemen sama-sama berpengaruh penting terhadap tujuan (Rusydiana & Devi, 2013, p.16). Contoh perhitungan matriks perbandingan secara manual ditunjukkan dalam Tabel 4.15.

Tabel 4.15

Matriks Perbandingan Berpasangan Alternatif MA – 03 terhadap Kriteria

	Kuantitas	Kualitas	Kontinuitas
Kuantitas	1,00	1,00	1,00
Kualitas	1,00	1,00	1,00
Kontinuitas	1,00	1,00	1,00

Dari Tabel 4.15 di atas dapat dilakukan perhitungan vektor prioritas, nilai  $\lambda$  maksimum, indeks konsistensi, dan indeks rasio sebagai berikut:

$$\text{Jumlah pada baris ke-1} = 1,00 + 1,00 + 1,00 = 3,00$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-2} = 1,00 + 1,00 + 1,00 = 3,00$$

$$\text{Jumlah pada baris ke-3} = 1,00 + 1,00 + 1,00 = 3,00$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-1} = \frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)}{3} = 0,33$$

$$\text{Vektor Prioritas baris ke-2} = \frac{\left(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3}\right)}{3} = 0,33$$

$$\begin{aligned}
\text{Vektor Prioritas baris ke-3} &= \frac{(\frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3})}{3} = 0,33 \\
\text{Nilai } \lambda \text{ maksimal} &= 3,00 \times 0,33 + 3,00 \times 0,33 + 3,00 \times 0,33 \\
&= 3,00 \\
\text{Indeks Konsistensi} &= \frac{3,00 - 3}{3 - 1} = 0 \\
\text{Rasio Konsistensi} &= \frac{0}{0,58} = 0
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan nilai indeks konsistensi didapatkan nilai CR = 0 yang berarti data perbandingan matriks berpasangan antara alternatif MA – 03 terhadap kriteria konsisten atau dapat diterima. Semua nilai yang telah dibandingkan dengan matriks perbandingan berpasangan memiliki nilai inkonsistensi < 0,1 yang berarti semua data konsisten atau data diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembobotan tiap elemen dan kriteria benar dan skala pembobotan tidak terlalu jauh.

Pemodelan ANP dilakukan menggunakan paket program komputer *Super Decisions version 2.10*. Nilai CR pada perhitungan manual dan perhitungan menggunakan *Super Decisions* memiliki selisih 0,01, hal ini disebabkan faktor pembulatan yang berbeda dari tiap-tiap program paket komputer. Semua hasil dari rasio perbandingan berpasangan memiliki inkonsistensi sebesar < 0,1, yang berarti nilai data yang dimasukkan sudah konsisten dan dapat diterima.

#### 4.2.5 Rekapitulasi Hasil Pemodelan ANP

Setelah melakukan perhitungan matriks perbandingan berpasangan dan menghitung nilai inkonsistensi data, maka dilakukan tahapan perhitungan supermatriks menggunakan program paket komputer *Super Decisions*. Supermatriks memiliki tahapan perhitungan yang dimulai dengan tahapan perhitungan Supermatriks Tak Berbobot diperoleh dengan cara melakukan memasukkan nilai vektor prioritas dari setiap elemen. Tahapan selanjutnya adalah Supermatriks berbobot yang diperoleh dari mengalikan nilai Supermatriks Tak Berbobot dengan bobot prioritas tiap elemen dan dilanjutkan dengan tahapan Supermatriks Terbatas yang diperoleh dengan mengalikan supermatriks dengan dirinya sampai diperoleh nilai yang sama pada setiap kolom.

Hasil dari perhitungan supermatriks menghasilkan bobot prioritas yang digunakan untuk menentukan ranking tiap alternatif. Berdasarkan ranking tiap alternatif inilah diketahui skala prioritas pengembangan potensi mata air untuk irigasi. Nilai bobot prioritas tiap kriteria dengan menggunakan pemodelan debit maksimum ditunjukkan dalam Tabel 4.16.

Tabel 4.16  
Bobot Prioritas Tiap Kriteria dengan Menggunakan Pemodelan Debit Maksimum











Kriteria	Bobot Ternormalisasi	Bobot Terbatas
MA 01	0,10	0,02
MA 02	0,10	0,02
MA 03	0,09	0,02
MA 04	0,13	0,03
MA 05	0,09	0,02
MA 06	0,10	0,02
MA 07	0,09	0,02
MA 08	0,13	0,03
MA 09	0,09	0,02
MA 10	0,09	0,02
MEN	0,14	0,04
MUS	0,77	0,20
PER	0,09	0,02
Baik	0,16	0,04
Sedang – Baik	0,38	0,10
Sedang	0,09	0,02
Sedang – Buruk	0,08	0,03
Buruk	0,12	0,03
Sangat Buruk	0,10	0,03
Tidak dapat digunakan	0,06	0,02
Kelas 1	0,13	0,03
Kelas 2	0,32	0,08
Kelas 3	0,23	0,06
Kelas 4	0,10	0,03
Kelas 5	0,07	0,02
Kelas 6	0,06	0,02
Kelas 7	0,05	0,01
Kelas 8	0,04	0,01

Berdasarkan Tabel 4.16 di atas dapat ditunjukkan bahwa diberikan penjelasan bahwa nilai Bobot Ternormalisasi didapatkan dari hasil pembagian nilai Bobot Terbatas dengan jumlah nilai Bobot Terbatas itu sendiri. Nilai Bobot Terbatas adalah hasil dari perhitungan Supermatriks Terbatas dengan menggunakan *Super Decisions*. Perbedaan hasil bobot prioritas dipengaruhi oleh pembobotan tiap kriteria. Nilai bobot prioritas tiap kriteria dengan menggunakan pemodelan debit minimum dapat ditunjukkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17  
Bobot Prioritas dengan Menggunakan Pemodelan Debit Minimum











Kelompok	Bobot Ternormalisasi	Bobot Terbatas
MA-01	0,11	0,02
MA-02	0,11	0,02
MA-03	0,09	0,02
MA-04	0,11	0,02
MA-05	0,09	0,02
MA-06	0,11	0,02
MA-07	0,09	0,02
MA-08	0,11	0,02
MA-09	0,09	0,02
MA-10	0,09	0,02
MEN	0,19	0,05
MUS	0,71	0,19
PER	0,10	0,03
Baik	0,17	0,05
Sedang – Baik	0,39	0,11
Sedang	0,08	0,02
Sedang – Buruk	0,08	0,02
Buruk	0,12	0,03
Sangat Buruk	0,10	0,03
Tidak dapat digunakan	0,06	0,02
KELAS 1	0,17	0,05
KELAS 2	0,14	0,04
KELAS 3	0,25	0,07
KELAS 4	0,15	0,04
KELAS 5	0,09	0,02
KELAS 6	0,08	0,02
KELAS 7	0,06	0,02
KELAS 8	0,05	0,01

Berdasarkan Tabel 4.16 dan 4.17 di atas maka dapat dilakukan sintesis menggunakan program paket komputer *Super Decisions* untuk mendapatkan bobot prioritas Alternatif. Bobot alternatif adalah bobot yang dihasilkan melalui tahapan supermatriks terbatas, normalisasi, dan ideal. Bobot alternatif dengan menggunakan debit maksimum dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.11.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
MA 01		0.774793	0.102085	0.020417
MA 02		0.733375	0.096628	0.019326
MA 03		0.685886	0.090371	0.018074
MA 04		1.000000	0.131758	0.026352
MA 05		0.675625	0.089019	0.017804
MA 06		0.734881	0.096826	0.019365
MA 07		0.656192	0.086459	0.017292
MA 08		0.964538	0.127086	0.025417
MA 09		0.668781	0.088117	0.017623
MA 10		0.695606	0.091652	0.018330

Gambar 4.11 Hasil sintesis dengan menggunakan pemodelan debit maksimum.

Berdasarkan Gambar 4.11 di atas dapat diberikan penjelasan bahwa nilai dari Supermatriks Terbatas, Bobot Ideal, dan Bobot Normal tertinggi dimiliki oleh MA – 04 sedangkan nilai Supermatriks Terbatas, Bobot Ideal, dan Bobot Normal terendah dimiliki oleh MA – 07. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kelas atau bobot dari parameter yang dibandingkan. Bobot alternatif dengan pemodelan debit minimum dapat ditunjukkan dalam Gambar 4.12.

Name	Graphic	Ideals	Normals	Raw
MA-01		0.961450	0.110520	0.022104
MA-02		0.914116	0.105079	0.021016
MA-03		0.791980	0.091039	0.018208
MA-04		0.955693	0.109858	0.021972
MA-05		0.791966	0.091038	0.018208
MA-06		0.939654	0.108015	0.021603
MA-07		0.775606	0.089157	0.017831
MA-08		1.000000	0.114951	0.022990
MA-09		0.778512	0.089491	0.017898
MA-10		0.790355	0.090852	0.018170

Gambar 4.12 Hasil sintesis dengan menggunakan pemodelan debit minimum

Berdasarkan Gambar 4.11 dan 4.12 dapat ditunjukkan bahwa hasil sintesis merupakan hasil perhitungan metode ANP dengan paket program komputer *Super Decisions* yang menghasilkan bobot ideal, bobot ternormalisasi, dan bobot terbatas. Nilai dari bobot ideal, bobot ternormalisasi, dan bobot terbatas pada pemodelan dengan menggunakan debit maksimum dimiliki oleh MA – 04 dan nilai terendah dimiliki oleh MA – 07. Nilai bobot ideal, bobot ternormalisasi, dan bobot terbatas dengan menggunakan pemodelan debit minimum tertinggi dimiliki oleh MA – 08 dan nilai terendah dimiliki oleh MA – 07. Hal ini disebabkan oleh hasil perhitungan matriks berpasangan dan perhitungan supermatriks. Nilai



urutan prioritas dapat diketahui dengan melakukan *Full Report* menggunakan program paket komputer *Super Decisions*. Hasil *Full Report* dari program paket komputer *Super Decisions* merupakan nilai urutan prioritas mata air dalam format internasional. Nilai urutan prioritas diubah ke dalam format penulisan Indonesia yang dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.18.

Tabel 4.18

Nilai Urutan Prioritas Mata Air dengan Menggunakan Pemodelan Debit Maksimum

Alternatif	Total	Normal	Ideal	Ranking
MA - 04	0,0264	0,1318	1,0000	1
MA - 08	0,0254	0,1271	0,9645	2
MA - 01	0,0204	0,1021	0,7748	3
MA - 06	0,0194	0,0968	0,7349	4
MA - 02	0,0193	0,0966	0,7334	5
MA - 10	0,0183	0,0917	0,6956	6
MA - 03	0,0181	0,0904	0,6859	7
MA - 05	0,0178	0,0890	0,6756	8
MA - 09	0,0176	0,0881	0,6688	9
MA - 07	0,0173	0,0865	0,6562	10

Berdasarkan Tabel 4.18 diketahui urutan prioritas mata air yang layak untuk dikembangkan terlebih dahulu dengan menggunakan pemodelan nilai debit maksimum. Mata Air yang memiliki nilai prioritas paling tinggi atau ranking 1 adalah mata air dengan kode MA – 04 yaitu Mata Air Bektiharjo yang terletak di Desa Bektiharjo, Kecamatan Semanding dengan nilai total = 0,0264. Nilai total merupakan hasil dari bobot terbatas dari supermatriks terbatas yang dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.16, nilai normal = 0,1318 yang diperoleh dari bobot ternormalisasi, dan nilai ideal = 1,0000 merupakan hasil bagi nilai normal dengan nilai normal terbesar. Kemudian ranking ke-2 terdapat mata air dengan kode MA – 08 yaitu Mata Air Srunggo yang terletak di Desa Tuwiriwetan, Kecamatan Merakurak dan ranking ke-3 ditempati oleh mata air dengan kode MA – 01 yaitu Mata Air Ngerong yang terletak di Desa Rengel, Kecamatan Rengel. Sedangkan nilai prioritas paling kecil dimiliki oleh mata air dengan kode MA – 07 yaitu Mata Air Lanang yang terletak di Desa Maindu, Kecamatan Montong. MA – 07 memiliki nilai total = 0,0173, nilai normal = 0,0866, dan nilai = 0,6655. Sedangkan untuk nilai urutan prioritas mata air dengan pemodelan debit minimum dapat ditunjukkan dalam Tabel 4.19.

Tabel 4.19

Nilai Urutan Prioritas Mata Air dengan Menggunakan Pemodelan Debit Minimum

Alternatif	Total	Normal	Ideal	Ranking
MA – 08	0,0230	0,1150	1,0000	1
MA – 01	0,0221	0,1105	0,9614	2
MA – 04	0,0220	0,1099	0,9557	3
MA – 06	0,0216	0,1080	0,9397	4
MA – 02	0,0210	0,1051	0,9141	5
MA – 03	0,0182	0,0910	0,7920	6
MA – 05	0,0182	0,0910	0,7920	7
MA – 10	0,0182	0,0909	0,7904	8
MA – 09	0,0179	0,0895	0,7785	9
MA – 07	0,0178	0,0892	0,7756	10

Berdasarkan Tabel 4.19 di atas bahwa nilai urutan prioritas tertinggi atau ranking 1 dengan debit minimum dimiliki oleh mata air dengan kode MA – 08, yaitu Mata Air Srunggo yang terletak di Desa Tuwiriwetan, Kecamatan Merakurak dengan nilai total = 0,023, nilai normal = 0,1150, dan nilai ideal = 1,000. Ranking 2 dimiliki oleh mata air dengan kode MA – 01, yaitu Mata Air Ngerong yang terletak di Desa Rengel, Kecamatan Rengel, dan mata air dengan kode MA – 04 yaitu Mata Air Bektiharjo memiliki ranking 3. Nilai prioritas terendah adalah MA – 07. Nilai dari urutan prioritas ini yang akan digunakan sebagai acuan dalam prioritas pengembangan potensi mata air untuk irigasi.

Berdasarkan Tabel 4.18 dan 4.19 urutan prioritas mata air mengalami perubahan pada nilai debit maksimum dan debit minimum terutama pada peringkat 1 – 3. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan debit yang cukup signifikan pada saat musim penghujan (debit maksimum) dan musim kemarau (debit minimum). Rasio perbandingan nilai debit maksimum terhadap debit minimum memiliki rentang nilai 1-5 kali, dengan mayoritas nilai rasio 2 kali pada 6 mata air. Pemodelan dengan menggunakan nilai debit maksimum dipilih sebagai skala prioritas untuk pengembangan potensi mata air. Hal ini didasarkan pada pengembangan potensi mata air untuk irigasi bahwa mata air belum memiliki infrastruktur penunjang untuk irigasi, sehingga diperlukan pembangunan infrastruktur atau bangunan air yang menunjang kegiatan irigasi. Pembangunan infrastruktur atau bangunan air untuk irigasi ini direncanakan dengan menggunakan debit maksimum (Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan, 1986, p.29).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil perhitungan dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi Mata Air di Kabupaten Tuban berdasarkan aspek:
  - 1) Kuantitas air yang berada pada Kelas 2 (1000 – 10000 liter/detik) sampai Kelas 4 (10 – 100 liter/detik) dengan nilai debit dalam rentang 21 liter/detik sampai 1134 liter/detik.
  - 2) Kualitas air untuk irigasi termasuk dalam klasifikasi kualitas air C2 – S1 (potensi bahaya salinitas sedang dan potensi bahaya alkalinitas rendah) dengan nilai  $DHL_{25^{\circ}C}$  yang berada pada rentang nilai 467  $\mu S/cm$  sampai 566  $\mu S/cm$  dan nilai SAR yang berada pada rentang nilai 0,007 – 0,020.
  - 3) Kontinuitas aliran bersifat musiman dengan penurunan nilai debit ketika musim kemarau. Rasio debit maksimum terhadap debit minimum berada pada rentang nilai 1 sampai 5 kali, dengan penurunan debit terbesar sebanyak 5 kali dari nilai debit maksimum.
2. Urutan prioritas pengembangan potensi mata air sebagai sumber air untuk irigasi di Kabupaten Tuban adalah: Mata Air Bektiharjo, Mata Air Srunggo, Mata Air Ngerong, Mata Air Kerawak, Mata Air Beron, Mata Air Bangkok, Mata Air Jadi, Mata Air Mejiret, Mata Air Ngajaran, dan Mata Air Lanang.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diberikan saran kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban tentang urutan skala prioritas pengembangan potensi mata air untuk irigasi di Kabupaten Tuban adalah Mata Air Bektiharjo, Mata Air Srunggo, Mata Air Ngerong, Mata Air Kerawak, Mata Air Beron, Mata Air Bangkok, Jadi, Mata Air Mejiret, Mata Air Ngajaran, dan Mata Air Lanang.

(halaman sengaja dikosongkan)

## DAFTAR PUSTAKA

- Abay, U. (2017). *Ketersediaan Infrastruktur Mendukung Produksi Pertanian Kabupaten Tuban*. <https://www.swadayaonline.com/artikel/374/Ketersediaan-Infrastruktur-Mendukung-Produksi-Pertanian-di-Kabupaten-Tuban/> (diakses 11 November 2019)
- Aditya, N. (2015). Pemilihan Lokasi Sumber Mata Air Untuk Pembangunan Jaringan Air Bersih Pedesaan dengan Menggunakan Metode TOPSIS. Seminar Nasional Teknik Sipil. V-UMS:MK-321-329.
- Agustina, M & Bakti, A.M. (2015). *Penentuan Distribusi Air Bersih Di Kabupaten-X Dengan Menggunakan Metode SAW*. Indrajit, R., E., Hasibuan, Z., A., & Setiawan, K. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi, Komunikasi, dan Aplikasinya: 185 – 188. Malang: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat.
- Azkiya, N. I., Prasetya, F., Putri, P.E., Rosiana, A., & Wardhani, S. (2016). Sintesis *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dari Batuan Kapur Alam dengan Metode Kauistik Soda (Kajian Konsentrasi  $\text{HNO}_3$ ). *Jurnal ILMU DASAR*. XVII (1): 31 – 34.
- Badan Pusat Statistik. (2018). *Kabupaten Tuban Dalam Angka 2018*. Tuban: CV. Azka Putra Pratama.
- Badan Standardisasi Nasional (2008). *Air dan Air Limbah – Bagian 58: Metoda Pengambilan Contoh Air Tanah*. SNI 6989.58:2008.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Pengairan. (1986). *Kriteria Perencanaan Bagian Jaringan Irigasi KP-01*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Edni, M. (2013). Sistem Pengambilan Keputusan Untuk Pemilihan Karyawan Terbaik Menggunakan Metode ANP. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Pekanbaru. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Efendi, A., I., Aghysta Fr, M., Rakhmawati K, A., & Chulaimi B., N. (2013). Pengembangan Ekonomi Wilayah Kabupaten Tuban. Tidak dipublikasikan. Surabaya. Institut Sepuluh November Surabaya.
- Ekawati, R., Trenggonowati, D.,L., & Aditya, V., D. (2018). Penilaian Peforma *Supplier* Menggunakan Pendekatan *Analytic Network Process* (ANP). *Jurnal Industrial Services*. III (II): 151 – 158.

- Hanson, B. (2006). Electrical Conductivity. In: Hanson, B.R., Grattan, S.R., & Fulton, A., editors. *Agricultural Salinity and Drainage*, 2<sup>nd</sup> edition. California: Departement of Land, Air, and Water Resources, University of California, Davis. p. 7-8.
- Hendrayana, H. (2013). Hidrogeologi Mata Air. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Kusnadi., Surarso, B., & Syafei, W.A. (2016). Implementasi Metode Analytic Network Process Untuk Penentuan Prioritas Penanganan Jalan Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* (II) 2016: 105 – 113.
- Maria, R., Purwoarminta, A., & Lubis, R.F. (2018). Hidrokimia Mata Air Karst Untuk Irigasi Studi Kasus Desa Ligarmukti Kabupaten Bogor. *Jurnal Irigasi*. XIII (I): 7-8.
- Maria, R., Fajar, L.R., Marganingrum, D., & Purwoarminta, A. (2015). Penentuan Jaringan Air Bersih Untuk Mendukung Ketahanan Air Daerah Karst Ligarmukti, Klapanunggal Kabupaten Bogor. *Seminar Nasional Geomatika 2017*: 89-90.
- Nugroho, A., W., Widhianggitasari, R., Priadi, D., F., & Laksono, P., W. (2016). *Peforma*. XV (II): 137 – 145.
- Priyana, Y & Hakim, R. (2001). Potensi Mata Air Umbulsungsang Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum, PDAM, dan Jaringan Irigasi di Banyudono Boyolali Jawa Tengah. *Forum Geografi*. XV (II): 176 – 193.
- Pemerintah Kabupaten Tuban. (2018). *Peraturan Daerah Kabupaten Tuban Nomor 16 Tahun 2018 Tentang Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Tahun Anggaran 2019*. Lembaran Daerah Kabupaten Tuban Tahun 2018 Seri A Nomor 8. Tuban: Sekretariat Daerah.
- Pemerintah Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001. Jakarta: Sekretariat Negara
- Pemerintah Indonesia. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*. Tambahan Lembaran Republik Indonesia Tahun 2004 No. 4377. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pemerintah Indonesia. (2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2006 Tentang Irigasi*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 46. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2017). *Modul Pengelolaan SDA Terpadu*. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Rusydiana, A.S & Devi, A. (2013). *Analytic Network Process Pengantar Teori & Aplikasi*. Bogor: Smart Publishing.
- Saaty, L.T & Vargas, L.G. (2006). *Decision Making With The Analytic Network Process*. New York: Springer Science + Business Media LLC.
- Setyowati. (2008). *Buku Ajar Geohidrologi*. Semarang: CV. Sanggar Krida Aditama
- Todd, D.K & Mays, L.W. (2005). *Groundwater Hydrology*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Waskito, A.D. (2017). Alternatif Pemilihan Supplier Pita Sarung Tangan Golf Dengan Menggunakan Metode ANP. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Wilcox, L.V. (1955). *Classification and Use of Irrigation Waters*. Washington D.C: United States Departement Of Agriculture.

(halaman sengaja dikosongkan)



## DAFTAR : NAMA-NAMA SUMBER AIR DALAM WILAYAH PU DAN SUMBER NON PU

No.	Nama Sumber Dalam PU	Letak Kecamatan	Debit		Dipergunakan	Ket.
			Max L/dt	Min L/dt		
1	2	3	4	5	6	7
I.	<b>SUMBER PU</b>					
1	Kerawak	Singgahan	700	384	Pertanian	
2	Mejiret	Singgahan	187	80	Pertanian	
3	Sendang Jero	Bangilan	60	30	Pertanian	
4	Ngerong	Rengel	900	600	Pertanian	
5	Beron	Rengel	614	380	Pertanian	
6	Mayang	Plumpang	70	50	Pertanian	
7	Sigagak	Widang	180	60	Pertanian	
8	Bektiharjo	Semanding	1123	580	Pertanian	
9	Srunggo	Merakurak	1100	800	Pertanian	
10	Jadi	Semanding	135	80	Pertanian	
11	Brubulan	Kerek	247	66	Pertanian	
12	Drewes	Tambakboyo	200	60	Pertanian	
13	Bangkok	Tambakboyo	200	40	Pertanian	
14	Kd. Jambangan	Bangilan	30	15	Pertanian	
15	Pancuran Lanang	Montong	21	15	Pertanian	
16	Ngajaran	Kerek	100	20	Pertanian	
17	Gede	Widang	46	21	Pertanian	
18	Merakurak	Merakurak	965	214	Pertanian	
19	Boto	Semanding	1307	206	Pertanian	
II.	<b>SUMBER NON PU</b>					
1	Ngino	Semanding			Sawah	PID
2	Sendanghaji	Merakurak			Sawah	PID
3	Grabagan	Rengel			Sawah	
4	Sawahan	Rengel			Sawah	
5	Rengel	Rengel			Sawah	
6	Dohor	Rengel			Sawah	
7	Penidon	Plumpang			Sawah	
8	Sumber Dawung	Plumpang			Sawah	
9	Prambon Terayang	Soko			Sawah	
10	Klumpit	Soko			Sawah	PID
11	Jegulo	Soko			Sawah	PID
12	Kebonharjo	Jatirogo			Sawah	
13	Sugihan	Jatirogo			Sawah	PID
14	Demit	Jatirogo			Sawah	
15	Ngepon	Jatirogo			Sawah	
16	Kumpulrejo	Bangilan			Sawah	
17	Tawaran	Kenduruan			Sawah	PID
18	Keyen	Bancar			Sawah	PID
19	Sokoharjo	Bancar			Sawah	PID
20	Karangrejo	Bancar			Sawah	



Gambar I.1 Data Lokasi Mata Air dan Data Debit

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban.

No.	Nama Sumber Dalam PU	Letak Kecamatan	Debit		Dipergunakan	Ket.
			Max L/dt	Min L/dt		
1	2	3	4	5	6	7
21	Sumberan	Bancar			Sawah	
22	Siding	Bancar			Sawah	PID
23	Tlogoagung	Bancar			Sawah	
24	Hargoretno	Kerek			Sawah	
25	Tengger Wetan	Kerek			Sawah	
26	Trantang	Kerek			Sawah	PID
27	Kd. Jambe	Singgahan			Sawah	
28	Mulyorejo	Singgahan			Sawah	PID
29	Laju lor	Singgahan			Sawah	
30	Tingkis	Singgahan			Sawah	PID
31	Katerban	Senori			Sawah	
32	Sugihwaras	Perengan			Sawah	
33	Wukirharjo	Perengan			Sawah	PID
34	Talang Kembar	Montong			Sawah	
35	Mandu	Montong			Sawah	PID
36	Pucangan	Montong			Sawah	
37	Pakej	Montong			Sawah	
38	Montong Sekar	Montong			Sawah	PID

Lanjutan Gambar I.1 Data Lokasi Mata Air dan Data Debit

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Tuban.

**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Ngerong  
Kecamatan : Rengel  
Desa : Rengel  
Letak astronomi : 7°03'36,41" LS  
112°00'27,30" BT

*Gambar 1.2* Lokasi Mata Air Ngerong.



### DESKRIPSI

Nama Mata Air : Beron  
 Kecamatan : Rengel  
 Desa : Sumberrejo  
 Letak astronomi : 7°03'02,83" LS  
 112°01'24,38" BT

*Gambar I.3 Lokasi Mata Air Beron.*





### DESKRIPSI

Nama Mata Air : Jadi  
 Kecamatan : Semanding  
 Desa : Jadi  
 Letak astronomi :  $6^{\circ}55'56,48''$  LS  
 $111^{\circ}59'53,90''$  BT

*Gambar 1.4* Lokasi Mata Air Jadi.

**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Bektiharjo  
Kecamatan : Semanding  
Desa : Bektiharjo  
Letak astronomi :  $6^{\circ}56'29,11''$  LS  
 $112^{\circ}02'54,37''$  BT

*Gambar I.5 Lokasi Mata Air Bektiharjo.*



**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Mejiret  
Kecamatan : Singgahan  
Desa : Kedungjambe  
Letak astronomi : 7°01'10,00" LS  
111°47'52,00" BT

*Gambar 1.6* Lokasi Mata Air Mejiret.



### DESKRIPSI

Nama Mata Air : Kerawak  
 Kecamatan : Montong  
 Desa : Guwoterus  
 Letak astronomi : 6°57'49,95" LS  
 111°48'19,87" BT

*Gambar I.7 Lokasi Mata Air Kerawak.*



**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Lanang  
Kecamatan : Montong  
Desa : Maindu  
Letak astronomi : 7°01'10,25" LS  
111°55'45,55" BT

*Gambar 1.8* Lokasi Mata Air Lanang.

**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Srunggo  
Kecamatan : Merakurak  
Desa : Tuwiriwetan  
Letak astronomi : 6°53'23,45" LS  
111°58'48,17" BT

*Gambar I.9 Lokasi Mata Air Srunggo.*

**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Ngajaran  
Kecamatan : Kerek  
Desa : Hargoretno  
Letak astronomi : 6°55'51,85" LS  
111°52'59,30" BT

*Gambar 1.10* Lokasi Mata Air Ngajaran.



**DESKRIPSI**

Nama Mata Air : Bangkok  
Kecamatan : Kerek  
Desa : Gemulung  
Letak astronomi :  $6^{\circ}53'45,81''$  LS  
 $111^{\circ}46'47,23''$  BT

*Gambar I.11* Lokasi Mata Air Bangkok.





*Gambar II.1* Contoh lokasi mata air yang diteliti hasil survei pendahuluan (Mata Jadi)



b) Alat ukur parameter fisik air



a) Botol untuk pengambilan contoh air

*Gambar II.2* Persiapan alat-alat penelitian





*Gambar II.3 Pengukuran daya hantar listrik menggunakan konduktimeter model  $\mu$ Siemen Digital Conductivity Testers di Mata Air Jadi (MA – 03)*



*Gambar II.4 Pengukuran total padatan terlarut menggunakan TDS meter model TDS Testers 139 Mata Air Jadi (MA – 03).*





*Gambar II.5 Pengukuran suhu air menggunakan termometer model Digital Thermometer TP3001 Mata Air Jadi (MA – 03).*



*Gambar II.6 Pengukuran pH air menggunakan pH meter model Pen Type pH 009(1) Mata Air Jadi (MA – 03).*





Gambar II.7 Pengambilan contoh air di Mata Air Jadi (MA – 03)



b) Narasumber Bapak Sumyartomy



a) Narasumber Bapak Kasmari

Gambar II.8 Contoh kegiatan wawancara dengan warga di sekitar lokasi Mata Air Jadi (MA – 03)






*Gambar II.9* Botol berisi contoh air dari mata air.



*Gambar II.10* Penyiapan contoh air untuk pengujian di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang.



*Gambar II.11* Pengujian contoh air dengan metode *Atomic Absorption Spectrofotometry* dengan menggunakan alat model *iCE 3000 Series* di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang

	<b>KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI</b> <b>UNIVERSITAS NEGERI MALANG (UM)</b> <b>FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM</b> <b>LABORATORIUM KIMIA</b> Jalan Semarang 5, Malang 65145 Telepon: 0341- 562180 Laman: www.um.ac.id	<b>FPO</b> <b>5.10-1</b>
<b>FORMULIR</b>	Tgl. Terbit / Revisi : 24 Juli 2019	
JUDUL	Halaman : 1 - 1	
<b>LAPORAN HASIL PENGUJIAN</b>	File : Vanadani Pranantya	

Nomor : 064/UN.32.3.7.3/LT/2019

Nama Pemilik : Vanadani Pranantya

NIM : 155060400111034

Alamat : Jl. Bendungan Darma No. 27

Jenis sampel : Cair

Kondisi khusus contoh : tidak ada


Metode Uji : -AAS untuk uji logam (kadar Na, Ca, K dan Mg)  
 -Spektrofotometer untuk uji Sulfat dan Argentometri untuk uji Klor

Tanggal terima sampel : 8 Juli 2019

Tanggal uji sampel : 10 Juli 2019

Hasil uji : Kadar Natrium (Na), Calsium (Ca), Kalium (K), Magnesium (Mg),  
 Sulfat dan Klor ( $\text{Cl}^-$ )

No	Kode Sampel	Na (ppm)	Ca (ppm)	K (ppm)	Mg (ppm)	Sulfat (mg/L)	Klor (mg/L)	Keterangan
1	MA - 01	0,2778	4,7773	0,4599	0,7976	0,00685	10,65	-Semua uji sampel logam tertera dikolom sebelah kiri sudah melalui 3 kali pembacaan
2	MA - 02	0,3289	3,8678	0,5125	1,1998	0,00705	10,65	
3	MA - 03	0,2789	6,1615	0,4707	0,0715	0,00699	10,65	
4	MA - 04	0,6192	6,1581	0,7007	0,2626	0,00687	17,75	-Semua uji sampel kadar Ca melalui pengenceran 10 X
5	MA - 05	0,4914	6,3984	0,1177	0,2363	0,00713	17,75	
6	MA - 06	0,3404	6,4732	0,5602	0,7038	0,00747	10,65	-Semua uji sampel kadar Mg melalui pengenceran 25 X
7	MA - 07	0,3691	3,8742	0,3917	1,3882	0,00749	14,20	
8	MA - 08	0,4509	6,4879	0,4299	0,2179	0,00705	14,20	
9	MA - 09	0,2387	6,8618	0,2921	0,2494	0,00707	10,65	
10	MA - 10	0,2333	4,7358	0,2518	1,0416	0,00700	10,65	

24 Juli 2019  
 Kepala Laboratorium Kimia,  
  
**Dr. H. Yudhi Utomo, M. Si**  
**NIP 196705011996031002**

Gambar III.1 Hasil Pengujian di Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Malang.

(halaman sengaja dikosongkan)

FORM KONTINUITAS ALIRAN

Lokasi : Mata Air Jati  
Waktu : Kamis, 26 September 2019 (09.20 WIB)  
Nama Responden : Hasrul  
Alamat : Dsn. Jati Krajan, Ds. Jati  
Pekerjaan : Swasta

Pilihlah dengan melingkari jawaban yang menurut anda benar!

1. Apakah air pada Mata Air Jati selalu ada?  
☒ a. Ya      b. Tidak
2. Apakah mata air kering saat musim kemarau?  
a. Ya      ☒ b. Tidak
3. Apakah mata air juga digunakan oleh warga sekitar?  
☒ a. Ya      b. Tidak
4. Apakah Bapak/Ibu juga menggunakan mata air tersebut?  
a. Ya      ☒ b. Tidak
5. Berapa lama Bapak/Ibu sudah menggunakan mata air tersebut?  
a. 1-5 tahun    b. >5 tahun

Responden

Hasrul

Gambar IV.1 Contoh hasil wawancara dengan narasumber 1 di sekitar lokasi Mata Air Jati (MA – 03)



FORM KONTINUITAS ALIRAN

Lokasi : Mata Air Jadi

Waktu : Kamis, 26 September 2019 (09.30 WIB)

Nama Responden :


Alamat : MOCH. SUMYARTO MY . JADI

Pekerjaan : WIRA SWASTA

Pilihlah dengan melingkari jawaban yang menurut anda benar!

1. Apakah air pada Mata Air Jadi selalu ada?  
☒ a. Ya      b. Tidak
2. Apakah mata air kering saat musim kemarau?  
a. Ya      ☒ b. Tidak
3. Apakah mata air juga digunakan oleh warga sekitar?  
☒ a. Ya      b. Tidak
4. Apakah Bapak/Ibu juga menggunakan mata air tersebut?  
☒ a. Ya      b. Tidak
5. Berapa lama Bapak/Ibu sudah menggunakan mata air tersebut?  
a. 1-5 tahun      ☒ b. >5 tahun

Responden

  
MOCH. SUMYARTO MY

Gambar IV.2 Contoh hasil wawancara dengan narasumber 2 di sekitar lokasi Mata Air Jadi (MA – 03)

FORM KONTINUITAS ALIRAN

Lokasi : Mata Air Jadi

Waktu : Kamis, 26 September 2019 (09.40 WIB)

Nama Responden : Kasmari


Alamat : Dsn Jadi Krayan

Pekerjaan : Supir

Pilihlah dengan melingkari jawaban yang menurut anda benar!

1. Apakah air pada Mata Air Jadi selalu ada?  
☒ a. Ya      b. Tidak
2. Apakah mata air kering saat musim kemarau?  
a. Ya      ☒ b. Tidak
3. Apakah mata air juga digunakan oleh warga sekitar?  
☒ a. Ya      b. Tidak
4. Apakah Bapak/Ibu juga menggunakan mata air tersebut?  
☒ a. Ya      b. Tidak
5. Berapa lama Bapak/Ibu sudah menggunakan mata air tersebut?  
a. 1-5 tahun      ☒ b. >5 tahun

Responden

  
KASMARi

Gambar IV.2 Contoh hasil wawancara dengan narasumber 3 di sekitar lokasi Mata Air Jadi (MA – 03)

(halaman sengaja di kosongkan)



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Vanadani Pranantya**, lahir pada tanggal 3 Maret 1996 di Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur. Penulis merupakan anak tunggal dari pasangan Prajitno (Ayah) dan Anik Setiyami (Ibu), yang beralamat di Jl. H.O.S Cokroaminoto 62 Kelurahan Ledok Kulon, Kecamatan Bojonegoro, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur.

Pendidikan formal yang dilalui penulis antara lain:

1. TK Kemala Bhayangkari 96 Bojonegoro lulus tahun 2003
2. SD Negeri Kadipaten 1 Bojonegoro lulus tahun 2009
3. SMP Negeri 1 Bojonegoro lulus tahun 2012
4. SMA Negeri 4 Bojonegoro lulus tahun 2015

Tahun 2015 penulis diterima masuk Universitas Brawijaya Malang melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis diterima di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis aktif dalam bidang kegiatan organisasi kemahasiswaan pada tingkat fakultas maupun jurusan, antara lain:

1. Sebagai anggota Bidang Keamanan dalam kegiatan Peringatan Hari Air Dunia (*World Water Day*) sub acara *Closing Water Day* tahun 2016.
2. Sebagai Sekretaris Umum organisasi Triaksara Pengairan periode 2016/2017.
3. Sebagai anggota Bidang Pengesahan dalam kegiatan Program Pembinaan Mahasiswa Baru Jurusan Pengairan tahun 2016.
4. Sebagai perwakilan Kontingen Fakultas Teknik dalam kegiatan Gebyar Festival Tari XXIV yang diselenggarakan oleh Universitas Brawijaya tahun 2016.
5. Sebagai anggota Bidang Perlengkapan, Dekorasi, dan Dokumentasi Peringatan Hari Air Dunia (*World Water Day*) sub acara *Garage Sale* tahun 2017.
6. Sebagai Kepala Departemen Bidang Pementasan organisasi Triaksara Pengairan periode 2017/2018.
7. Sebagai anggota Bidang Seni Religi organisasi Forum Mahasiswa Islam Teknik Pengairan periode 2017/2018.
8. Sebagai anggota Bidang Lapangan dalam kegiatan Program Pembinaan Mahasiswa Baru Jurusan Pengairan tahun 2017.
9. Sebagai Sekretaris Umum dalam kegiatan Pengairan Peduli Lingkungan (PPL) Jurusan Pengairan tahun 2018.
10. Sebagai perwakilan Kontingen Fakultas Teknik dalam kegiatan Festival Teater Brawijaya ke-5 yang diselenggarakan Universitas Brawijaya tahun 2018.
11. Sebagai anggota Bidang Perlengkapan, Dekorasi, dan Dokumentasi dalam kegiatan Pekan DAS Brantas XI Jurusan Pengairan tahun 2018.
12. Sebagai anggota Bidang Keamanan dalam kegiatan Pekan DAS Brantas XI Jurusan Pengairan tahun 2018 sub acara *Water X*.
13. Sebagai anggota Divisi Minat dan Bakat organisasi Himpunan Mahasiswa Pengairan periode 2018/2019.

14. Sebagai pemateri dalam pelatihan *Auto Cad* bagi mahasiswa baru yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Pengairan pada tahun 2018.

Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata Praktik (KKN-P) pada bulan Desember – Januari tahun 2017 di PT. Cipta Mitra Engineering dengan mengambil judul “Survei Perencanaan Pembangunan Pompa Untuk Pengendalian Banjir Desa Semampir Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo”.

Guna menyelesaikan studinya, penulis menyusun Skripsi berjudul ***“Penentuan Skala Prioritas Pengembangan Potensi Mata Air Untuk Irigasi di Kabupaten Tuban dengan Menggunakan Metode Analytic Network Process”*** di bawah bimbingan Bapak Dr. Hari Siswoyo, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Eng. Riyanto Haribowo, S.T., M.T., yang telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 1 November 2019.